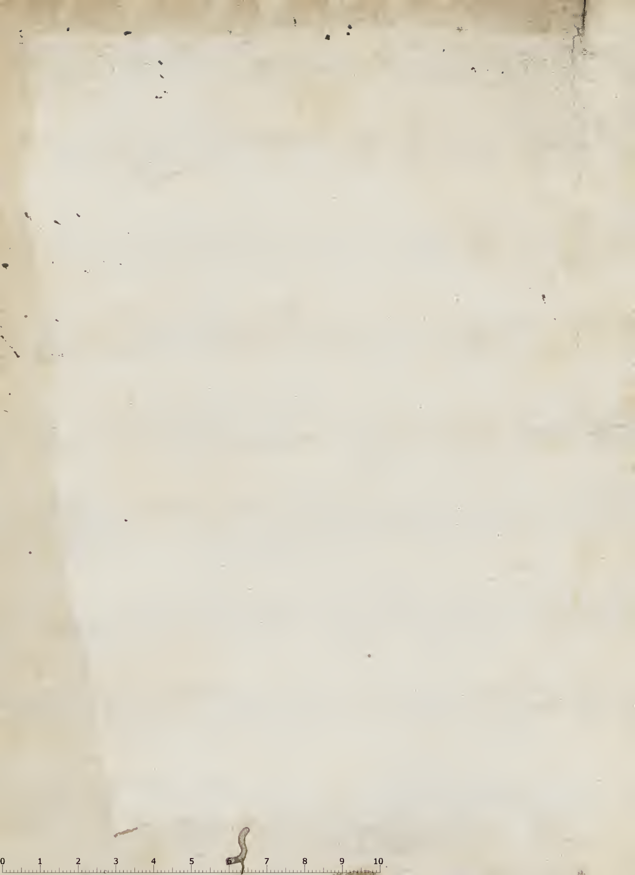


7.012

13.732

70 M

7012

ESSAY DE DIOPTRIQUE.

Par Nicolas Hartsoeker.



A PARIS,
Chez Jean Anisson Directeur de l'Imprimerie Royale, ruë Saint Jacques, vis-à-vis les Maturins, à la Fleur-de-Lys de Florence.

M. DC. XCIV.

AVEC PRIVILEGE DU ROY.



TABLE DES CHAPITRES.

ESSAY DE DIOPTRIQUE.

CHAPITRE PREMIER.

De la nature & de l'origine des rayons de lumiere.

CHAPITRE II.

Des corps opaques, & des corps diaphanes.

CHAPITRE III.

Des rayons qui s'étendent en ligne droite.

CHAPITRE IV.

De la refraction & de la reflexion.

CHAPITRE V.

Du point Optique.

CHAPITRE VI.

De l'Oeil.

CHAPITRE VII.

De la Vision.

CHAPITRE VIII.

De la maniere de travailler les verres de lunettes.

CHAPITRE IX.

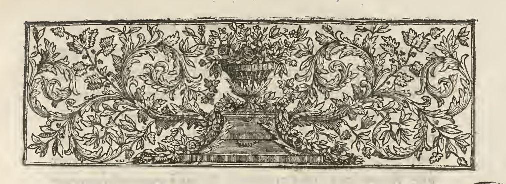
De la maniere de se bien servir des verres de lunettes.

&

CHAPITRE X.

Des observations faites avec des lunettes d'approche, & avec des microscopes.

ESSAY



ESSAY DE DIOPTRIQUE

ECOLE DE SANTE DE PARIS



COMME les rayons de lumiere ſont les principaux objets de la Dioptrique, je commencerai ce petit Traité par la recherche de leur nature & de leur origine; je m'attacherai enſuite à la recherche de la nature des corps tant opaques que diaphanes. Je tâcherai de donner les raiſons pourquoi les rayons s'étendent en ligne droite, en parcourant un corps diaphane de même eſpece; pourquoi en paſſant par des corps diaphanes de differente eſpece, ils ſe détournent de leur chemin en ſuivant exactement la regle des Sinus; pourquoi ils ſe reflechiſſent par la rencontre des corps durs; & pourquoi en ſe reflechiſſant, les angles d'incidence & de reflexion ſont égaux.

J'expliquerai aprés cela ce qu'il faut entendre

par un point en matiere d'Optique. Je ferai une petite description de l'œil, & je dirai comment se fait la vision. Ensuite je donnerai une maniere aisée de travailler toutes sortes de verres de lunettes, & la maniere de s'en servir avec utilité; & en dernier lieu, je donnerai plusieurs observations, qui ont été faites par leur moïen, & qui contribueront peut-être à l'éclaircissement des effets admirables de la nature.

CHAPITRE I.

De la nature & de l'origine des rayons de lumiere.

ART. I. Que les Philosophes ne sont pas d'accord entr'eux s'il y a un vuide dans la nature ou non.

L'ON ne sçauroit douter qu'il n'y ait dans l'univers un nombre infini de petits corps differens en figure, en grandeur, & en mouvement; mais on n'est guere d'accord si ces corps ont besoin de vuide pour se mouvoir, ou si l'univers étant plein, il suffit pour cela qu'ils se brisent à l'infini.

ART. II. Qu'il est tres-difficile de concevoir que le mouvement se puisse faire sans vuide, si la matiere est telle que les Philosophes la conçoivent d'ordinaire.

Rien ne me semble plus mal-aisé que de soûtenir le sentiment des derniers: car outre qu'il est tres-difficile de concevoir, que des corpuscules d'une petitesse infinie, & qui étant sans pores ne laissent aucune prise sur eux, puissent être tournez & figurez en boules, en vis, ou en telle autre maniere qu'il plaît à un Philosophe de leur donner, & dont il a besoin pour son systéme; il me semble tout-à-fait impossible que le mouve-

ment ſe puiſſe faire dans le plein tel que les Philoſophes le conçoivent d'ordinaire. Car comment peut-on s'imaginer que deux corps qui ſe touchent immediatement, puiſſent être ſeparez l'un de l'autre, puiſque leur ſeparation ne ſuppoſe pas ſeulement entre eux un intervalle le plus petit qu'il eſt poſſible, & par conſequent des corpuſcules de même pour le remplir, ce qui détruiroit entierement la diviſibilité de la matiere à l'infini, qui eſt ſi neceſſaire à ces Philoſophes; mais puiſqu'elle ſuppoſeroit encore que ces corpuſcules n'auroient beſoin d'aucun temps pour parcourir cet intervalle, & qu'ils pourroient être parvenus juſqu'au milieu en même temps & au même inſtant qu'ils y entrent par les bords.

ART. III. Qu'il eſt encore plus difficile de concevoir un vuide dans la nature.

Mais s'il ſe rencontre de grandes difficultez dans le ſentiment des Philoſophes dont je viens de parler, il ne s'en trouve pas moins dans celui des protecteurs du vuide, & je ne conçois pas comment on peut admettre dans la nature un rien tout pur avec des proprietez qui ne peuvent convenir qu'à quelque choſe de réel.

ART. IV. L'on peut croire qu'il y a dans l'univers un nombre infini de petits atomes differens en figure, grandeur, & mouvement.

Je crois donc qu'il y a dans l'univers un nombre infini de petits corps differens en figure, en grandeur, & en mouvement; mais je crois en même temps qu'ils ſont d'une dureté ſi parfaite, qu'ils ne peuvent être ni briſez, ni écornez, ni changez en aucune maniere; tellement qu'ils ſont de vrais atomes, impenetrables & indiviſibles de leur nature, quoique diviſibles à l'infini par la

pensée, & que dans un seul on en pourroit concevoir un nombre qui iroit au delà de celui des petits corps, dont tout le monde visible est formé.

ART. V. Qu'il y a une substance liquide, dont ces corps ou atomes sont entourez de toutes parts, & dans laquelle ils nagent sans s'entretoucher.

Je crois outre cela qu'il y a une substance infiniment étenduë, par tout semblable à elle même, liquide & flexible, sans qu'elle se puisse briser ou separer en des parties qui n'aiant aucune liaison avec le tout en seroient entierement détachées, & qu'elle est par consequent comme un veritable tout sans parties. Et je crois enfin que cette substance n'est jamais en repos nulle part; mais qu'elle est comme le vehicule, & le premier mobile des petits corps, dont nous venons de parler, qui y nagent, pour ainsi dire, sans pouvoir jamais s'entretoucher en étant enveloppez de tous côtez sans en être jamais abandonnez en aucun endroit.

ART. VI. Que cette substance & les corps qu'elle enveloppe sont les deux seuls élemens, dont l'univers est formé.

Il s'ensuit delà que cette substance liquide & les corpuscules qu'elle enveloppe de tous côtez, comme nous venons de dire, sont les deux seuls élemens, dont tout l'univers est formé.

ART. VII. Que de cette substance liquide qu'on peut appeller le premier élement, sont formez le soleil, les étoiles fixes & les rayons de lumiere.

Le Soleil & les étoiles fixes, qui sont comme autant de soleils, ne sont que de grands amas de cette substance liquide que j'appellerai dans la suite le premier élement. Et pour ce qui est des rayons de lumiere, ce n'est autre chose que des filets tres-menus, ou pour mieux dire, de petits ruisseaux de ce premier élement, qui sortent du soleil & des étoiles, comme les eaux que l'on voit sortir d'une source.

CHAPITRE II.

Des corps opaques, & des corps diaphanes.

POUR venir maintenant à l'examen de la nature des corps opaques & diaphanes, imaginons-nous encore, qu'il y a dans l'univers un amas infini de corpuſcules differens en figure, en grandeur, & en mouvement; que ces corpuſcules nagent dans le premier élement, dont ils ſont entourez de toutes parts; mais qu'ils y nagent ſans aucun ordre, & comme dans un veritable chaos, ſemblable à celui dont les anciens Poëtes nous ont parlé.

ART. I. Que les corpuſcules du ſecond element nagent ſans aucun ordre, & comme dans un veritable chaos dans le premier élement; c'eſt-à-dire, les petits parmi les grands, les cubes parmi les boules, &c.

Cela étant ſuppoſé, puiſqu'entre les corpuſcules, les plus petits ont plus de ſurface que les grands à proportion de leurs maſſes, & qu'ainſi ils ſont plus expoſez au premier élement, qui eſt le premier mobile des uns & des autres, comme nous avons déja dit, il arrivera que les plus petits corpuſcules ſeront plus fortement agitez que les plus grands, & qu'ainſi ils ſe debarraſſeront des grands qui n'auront pas aſſez de mouvement pour les ſuivre. C'eſt ce que nous voïons arriver tous les jours dans une infinité de fermentations.

ART. II. Que les petits ſe débarraſſent des grãds, parce qu'ils ont plus de mouvement qu'eux.

Or ils ne ſçauroient s'en débarraſſer qu'en deux manieres, ou en ſe mettant en un tas, pour ranger les autres tout au tour d'eux, & pour les chaſſer, comme d'un centre vers la circonference; ou

ART. III. Qu'ils ne peuvent s'en débarraſſer qu'en deux manieres, ou en s'approchant, ou en

s'écartant les uns des autres.

bien en les chaſſant vers ce centre pour s'en aller eux-mêmes occuper la circonference.

ART. IV. Qu'ils s'endébarraſſeront en s'écartant les uns des autres, parce qu'ils ont plus de mouvement que les grands, qui s'approcheront par consequent les uns des autres, & s'aſſembleront vers un centre.

Mais comme il leur eſt bien plus facile d'aller du centre vers la circonference, où le chemin leur eſt tout-à-fait ouvert pour y continuer leur mouvement, que d'aller de la circonference vers le centre où ils s'embarraſſeroient les uns les autres, & d'où ils ſeroient contraints de retourner auſſi tôt ſur leurs pas; ils prendront plûtôt le chemin qui va du centre à la circonference, que celui qui va de la circonference au centre, & chaſſeront ainſi les grands, vers le centre d'où ils viennent.

ART. V. Que de ces deux eſpeces de corps les grands ſont appellez peſants, & les petits legers, & que ces grands doivent deſcendre vers leur centre commun avec une viteſſe qui doit croître à chaque inſtant, ſuivant la progreſſion des nombres, 1. 2. 3. 4. &c.

De ces deux ſortes de corps les uns ſont appellez peſans, & les autres legers; & comme ces premiers ne ſont dits peſans, que parce que d'autres qui ont plus de mouvement qu'eux les pouſſent par une veritable percuſſion, & les chaſſent pour occuper eux-mêmes la place où ils ſont, & qu'ainſi il n'y a pas la moindre neceſſité qu'ils paſſent en deſcendant vers quelque centre par tous les degrez de viteſſe poſſibles; nous pouvons facilement conclure qu'ils y deſcendront avec une viteſſe qui croîtra à chaque inſtant, ſuivant la progreſſion des nombres, 1. 2. 3. 4. 5. &c. ſuppoſé qu'il ſoit vrai, qu'ils reçoivent préciſement à chaque inſtant un même degré de viteſſe.

ART. VI. Qu'ils doivent deſcendre, ſuivant une autre pro-

Mais ſi au lieu de concevoir que la chûte des corps peſans ſe fait vers quelque centre par des inſtans, l'on en prenoit un certain nombre pour

en faire un temps ſenſible comme un moment, & ſi l'on concevoit que cette chûte ſe fit par des momens, nous trouverions, que ſi le chemin qui eſt parcouru par un corps grave dans le premier moment étoit 1, celui qui eſt parcouru dans le ſecond moment ſeroit 2, & quelque choſe de plus, & que cét excés ſeroit plus ou moins grand ſelon que le moment ſeroit compoſé de plus ou de moins d'inſtans, ſans pouvoir pourtant jamais monter à deux; que le chemin qui eſt parcouru dans le troiſiéme moment, ſurpaſſeroit autant le chemin qui eſt parcouru dans le ſecond moment, que celui-ci a ſurpaſſé le chemin qui eſt parcouru dans le premier moment, & ainſi de ſuite.

greſſion, ſi l'on conçoit qu'ils deſcendent par des momens qui ſont compoſez d'inſtans.

ART. VII. Qu'ils doivent deſcendre ſuivant la progreſſion 1. $2\frac{1}{3}$. $3\frac{2}{3}$. &c. ſi chaque moment eſt compoſé de deux inſtans.

De cette maniere, ſi l'on avoit pris deux inſtans pour faire un moment, le corps grave ſeroit deſcendu ſuivant la progreſſion des nombres 3. 7. 11. 15. ou bien ce qui eſt la même choſe, & en même raiſon, ſuivant la progreſſion des nombres, 1. $2\frac{1}{3}$. $3\frac{2}{3}$. 5. &c. enſorte que l'eſpace parcouru, & celui qui eſt à parcourir immediatement aprés, auroient toûjours été differens entr'eux de $1\frac{1}{3}$.

Progreſſion des inſtans.	1. 2.	3. 4.	5. 6.	7. 8.	&c.
Progreſſion des eſpaces dont chacun eſt parcouru en deux inſtans.	3.	7.	11.	15.	&c.
Ou en meſme raiſon.	1.	$2\frac{1}{3}$.	$3\frac{2}{3}$.	5.	&c.

ART. VIII. Qu'ils doivent descendre suivant la progression des nombres. 1. $2\frac{4995}{5005}$ $4\frac{4985}{5005}$ &c. si chaque moment est composé de 1000. instans.

Si l'on avoit pris 1000 instans pour faire un moment, le corps grave seroit descendu suivant la progression des nombres, 500500. 1500500. 2500500. 3500500. &c. ou bien ce qui est la même chose & en même raison, suivant la progression des nombres, 1. $2\frac{4995}{5005}$. $4\frac{4985}{5005}$. $6\frac{4975}{5005}$. &c. ensorte que l'espace parcouru, & celui qui est à parcourir immediatement aprés, auroient toûjours été differens entr'eux de $1\frac{4995}{5005}$.

Progression des instans.	1.2.3.&c.1000.	1001.1002.&c.2000.	2001.2002.&c.3000.
Progression des espaces dont chacun est parcouru en 1000 instans	500500.	1500500.	2500500.
Ou en mesme raison.	1.	$2\frac{4995}{5005}$.	$4\frac{4985}{5005}$.

ART. IX. Qu'ils doivent descendre, pour ainsi dire, suivant la progression des nombres impairs, 1. 3. 5. 7. &c. si chaque moment est composé d'une infinité d'instans.

Au reste, plus on auroit pris d'instans pour faire un moment, plus on seroit approché de la progression trouvée par Galilée; c'est-à-dire de la progression des nombres impairs, 1. 3. 5. 7. &c.

ART. X. Comment la terre peut avoir été formée avec tout l'air qui l'environne, & demeurer dans

Si nous faisons reflexion à present, que d'un amas d'une infinité de corps differens en figure, en grandeur, & en mouvement, les uns sont contraints d'aller du centre à la circonference, & les autres de la circonference au centre ; nous concevrons sans peine comment la terre peut avoir été formée, & comment elle est demeurée jusqu'à present dans l'état où nous la voyons, entourée & pressée par une matiere qui pese vers son centre,

&

& qui s'étend, pour ainſi dire, d'étage en étage jusqu'au delà de la lune. l'état où nous la voyons.

ART. XI. Comment l'air qui l'environne & qui doit être toûjours de plus en plus ſubtil jusqu'à l'extremité de ſon tourbillon, peut peſer ſur ſa ſurface.

L'air groſſier que nous reſpirons, forme le premier étage, & peſe ſur la ſurface de la terre, y étant pouſſé & preſſé par une autre eſpece d'air, ou matiere plus ſubtile qui s'en débarraſſe, & qui s'éleve audeſſus de cét air groſſier autant qu'il peut, pour y former un ſecond étage, qui peſe par la même raiſon ſur le premier, comme un troiſiéme peſe ſur celui-ci; & ainſi de ſuite, jusqu'au dernier qui peſe ſur tout, & qui termine le tourbillon de la terre.

ART. XII. Comment le poids de tout cét air peut faire la ſolidité des corps.

C'eſt par le poids de toute cette matiere qui s'étend depuis la ſurface de la terre jusqu'à l'extremité de ſon tourbillon, que les parties des corps ſolides ſont liées ſi fortement enſemble que ſouvent on ne les ſçauroit deſunir ſans l'aide de quelque inſtrument, & que ſouvent même le feu le plus violent ne ſçauroit les ſéparer ſuffiſamment les uns des autres pour les mettre en fuſion, & les faire couler.

ART. XIII. Pourquoi certains corps doivent être fluides.

On peut donc conclure que les corps que nous appellons fluides ne le ſont, que parce que cette peſanteur ne peut pas lier leurs parties enſemble, ſoit à cauſe de leur figure, ou parce qu'il y a peu ou point de peſanteur qui agiſſe ſur eux.

ART. XIV. Pourquoi le mercure doit être fluide.

Le mercure n'eſt donc fluide qu'à cauſe que les petits corps dont il eſt compoſé, ſont ſans doute de petites boules maſſives & bien polies, qui ne peuvent être arrétées.

ART. XV. Pourquoi l'eau doit être un corps fluide & la glace un corps solide.

L'eau n'eſt fluide qu'à cauſe que ſes petits corps ne ſont peut-être que de petites boules, ou d'une figure approchante, creuſes en dedans, ouvertes de toutes parts, & remplies d'une matiere fort ſubtile, qui ne peuvent être arrétées, que lorſque le premier élement diminue au-tour d'elles, en ſorte qu'en ſe rencontrant par leurs ouvertures, qui doivent preſque faire l'effet de petits plans, elles ne puiſſent plus rouler, & qu'ainſi elles ſoient auſſi-tôt liées enſemble par la peſanteur pour faire un corps ſolide & diaphane qu'on appelle de la glace ; mais que la moindre chaleur, c'eſt-à-dire, la moindre augmentation du premier élement au-tour d'elles délie facilement, à cauſe de la petiteſſe des plans par leſquels ces corps ſont liez enſemble.

ART. XVI. Pourquoi l'air tant groſſier que ſubtil doit être fluide.

Si l'air eſt fluide, ce n'eſt qu'à cauſe que les petits corps dont il eſt formé, & qui ne ſont apparemment que des filets tres-menus & mal arrangez, ſont ſi peu liez enſemble & en ſi peu d'endroits, que le moindre mouvement les peut facilement deſunir ; mais l'air ou la matiere la plus ſubtile n'eſt fluide, que parce qu'il n'y a point de peſanteur qui agiſſe ſur elle.

ART. XVII. Que les petits corps de l'eau, de l'air, &c. ſont encore compoſez d'autres plus petits.

Au reſte l'on peut croire que les petits corps qui compoſent le mercure, l'eau, l'air, & toutes ſortes de corps ſolides ſont encore formez chacun de pluſieurs petits corps, qui ſe joignans de fort prés, & par des plans qui ſont fort grands à proportion de leurs maſſes, ſe peuvent rarement deſunir.

Plusieurs raisons m'ont fait avancer que les petits corps, dont l'eau est composée, sont de petites boules, ou d'une figure approchante; qu'elles sont creuses en dedans, ouvertes de toutes parts, & remplies d'une matiere tres-subtile. La premiere est la difficulté qu'on trouve à la comprimer le moins du monde; la seconde est sa grande fluidité; la troisiéme, la facilité avec laquelle elle donne passage à la lumiere; & la quatriéme, son peu de poids, qui n'est environ que la quatorziéme partie du poids d'une égale portion de mercure. Et comme le mercure, qui n'est pas encore le plus pesant des corps que nous connoissons, donne un passage fort libre à la matiere magnetique, l'on peut croire que l'eau ne contient peut-être pas la vingtiéme, ou peut-être pas même la trentiéme partie de matiere que contiendroit une égale portion d'un corps qui seroit tout massif & sans pores : car il est constant par les principes que nous venons d'établir, que tous les corps ne pesent que suivant la quantité de matiere dont ils sont formez.

ART. XVIII. Raisons pourquoi l'eau doit être composée de petites boules creuses & ouvertes de toutes parts, & l'air de petits filets.

Et pour ce qui est de l'air, puisqu'il ne pese qu'environ la huitcentiéme partie d'une égale portion d'eau, il doit par consequent contenir autant moins de matiere, & ses petits corps doivent être faits à peu prés comme nous venons de le dire.

Aprés avoir déterminé en quoi consiste la solidité, aussi-bien que la fluidité des corps, il sera aisé de juger que les uns sont opaques, à cause

ART. XIX. Pourquoi certains corps doivent être opaques &

d'autres diaphanes.

que les rayons de lumiere n'ont pas aſſez de force pour ſéparer & pour ranger tellement leurs parties qu'ils puiſſent librement paſſer au travers; & que les autres ne ſont diaphanes, que parce qu'ils peuvent facilement ſéparer leurs parties les unes des autres, & les ranger en ſorte qu'ils les puiſſent penetrer aſſez librement.

ART. XX. Pourquoi le mercure doit être opaque, & le verre diaphane.

Le mercure, quoique fluide, ſera pourtant opaque, à cauſe que les rayons de lumiere n'auront pas aſſez de force pour ranger les petites boules maſſives dont il eſt formé, en ſorte qu'ils les puiſſent librement traverſer. Et le verre au contraire, quoique ſolide, ſera pourtant diaphane, par ce que ſes petits corps ſont peut-être des eſpeces de poliedres, qui ſont creux en dedans, ouverts par leurs plans, & remplis d'une matiere fort ſubtile, qui donne facilement paſſage aux rayons de lumiere. Son peu de poids prouve en quelque maniere ce que nous venons d'en avancer, & il eſt neceſſaire que ſes petits corps ſoient des eſpeces de poliedres, puiſque le poids, & la preſſion de la matiere êtherée ne les ſçauroit ſans cela lier enſemble, & en faire un corps ſolide.

ART. XXI. Pourquoi tous les corps que nous connoiſſons doivent s'allonger & ſe racourcir continuellement.

Puiſque nous avons dit que chaque petit corps eſt entouré de tous côtez du premier élement, qui n'eſt jamais en repos nulle part, on me pourroit objećter qu'aucun de ces petits corps ne le doit jamais être non plus; mais qu'ils doivent tous être dans une agitation continuelle, s'écartant ou s'approchant toûjours quelque peu les uns des autres,

ſelon que le premier élement s'augmente au-tour d'eux, ou qu'il s'y diminuë. Mais bien loin d'en deſavoüer la conſequence, j'en ſuis tres-perſuadé, & je crois qu'on n'en ſçauroit plus douter, depuis qu'on ſçait par experience que pluſieurs lames de differente matiere, comme de cuivre, de fer, de verre, &c. qui ſont parfaitement de même grandeur aujourd'hui, ne le ſont plus quelques jours aprés.

Et je croirois volontiers que c'eſt cette agitation continuelle des parties des corps ſolides, qui eſt la cauſe que l'on obſerve, qu'un pendule ne doit avoir que 3. pieds $7\frac{1}{4}$. lignes pour battre les ſecondes à l'Iſle de Cayenne, & qu'il doit avoir 3. pieds $8\frac{1}{2}$. lignes pour battre les mêmes ſecondes à Paris : car un pendule qui a 3 pieds $8\frac{1}{2}$ lignes à Paris ſera ſans doute allongé de $1\frac{1}{4}$ lignes par le chemin juſqu'à la Cayenne; c'eſt-à-dire $1\frac{1}{4}$ lignes apparentes, & allongées, qui font $1\frac{1574347}{6209288}$ ligne meſure de Paris : de maniere que ſi on l'accourcit de $1\frac{1}{4}$ lignes ou plûtôt de $1\frac{1574347}{6209288}$ dont il s'eſt allongé, il lui reſtera encore 3. pieds $8\frac{1}{2}$ lignes pour y battre les ſecondes de même qu'à Paris, & non pas 3 pieds $7\frac{1}{4}$ lignes, comme l'on a crû juſqu'à preſent.

ART. XXII. Pourquoi il ſemble qu'un pendule ne doit avoir que 3. pieds $7\frac{1}{4}$ lignes pour battre les ſecondes à l'Iſle de Cayenne.

Je crois encore que c'eſt cette agitation continuelle des parties des corps ſolides qui eſt la principale cauſe de tant de difference que l'on remarque entre les obſervations des Aſtronomes, qui ſe font en differens temps : car cette agita-

ART. XXIII. Pourquoi les obſervations des Aſtronomes qui ſe font en differens temps, ſont quelque-

fois assez differentes entre elles.

tion des parties doit alterer assez sensiblement l'instrument avec lequel on fait les observations, & y apporter un changement assez remarquable; c'est-à-dire, si le limbe est d'une autre matiere que le reste de l'instrument, & que l'un soit, par exemple, de cuivre, & l'autre de fer, qui sont deux metaux qui s'allongent ou se racourcissent differemment. Pour y remedier on pourroit faire chaque instrument d'une même matiere, ou bien d'une seule fonte.

ART. XXIV. Que les planetes ont pû être formées comme la terre.

Si la terre a pû être formée de la maniere que nous l'avons dit, nous pouvons croire que les planetes, & même la lune & les satellites de Jupiter & de Saturne auront pû être formez de même, & qu'ils auront pû par la même raison demeurer jusqu'à present dans l'état où nous les voïons.

ART. XXV. Que le soleil doit être entouré d'une espece d'air de même que la terre est entourée du sien.

Au reste, nous pouvons croire que le soleil est entouré d'une matiere qui s'étend jusqu'au delà des planetes, & qui pese vers son centre, par la même raison que nous avons dit, que la matiere étherée qui environne la terre, pese vers le sien; & qu'ainsi cette matiere qui pese vers le soleil est aussi d'autant plus grossiere & d'autant plus condensée qu'elle en est plus proche.

ART. XXVI. Qu'on pourroit calculer la pesanteur reciproque de la matiere ou chaque planete fait sa révolution.

Et s'il est vrai que les rayons de lumiere sont la seule cause du mouvement des planetes, nous pourrions trouver en quelque maniere de combien la matiere, dans laquelle une planete fait sa révolution, est plus ou moins condensée & pesante, que celle où une autre fait la sienne, suppo-

ſé que l'on ſçache leurs grandeurs & leurs diſtances du ſoleil.

Je pourrois dire ici pourquoi les ſatellites ont dû atteindre aux tourbillons de leurs planetes principales, & aller tous par conſequent d'Occident en Orient; pourquoi la matiere, qui eſt à l'extremité d'un tourbillon de quelque planete, doit être moins condenſée, que celle qui eſt à l'endroit du tourbillon du ſoleil, où cette planete fait ſa revolution; pourquoi ces deux differentes matieres, quoique l'une ſoit plus condenſée que l'autre, ne ſe doivent pourtant pas confondre; pourquoi les tâches du ſoleil marchent ſi lentement au tour de cét aſtre; comment la terre peut être fort creuſe en dedans; comment l'anneau de Saturne a pû être formé; pourquoi certains corps ſont mols, & pourquoi d'autres ſont tres-durs; pourquoi les corps durs ſont reſſort; pourquoi un corps ſe fond plus facilement qu'un autre; pourquoi le mercure eſt un diſſolvant de pluſieurs corps; pourquoi il doit deſcendre dans le barometre, lorſqu'il fait un temps pluvieux & orageux, & pourquoi il y doit monter, lorſqu'il fait un temps ſerein; pourquoi le ſel empêche l'eau de ſe geler, & pluſieurs autres choſes de cette nature: mais cela me meneroit trop loin de mon ſujet, outre que tout cela ſe déduit aſſez facilement des principes que nous venons d'établir.

ART. XXVII. Qu'on pourroit reſoudre pluſieurs problémes de phyſique par les principes qu'on établit.

CHAPITRE III.

Des rayons qui s'étendent en ligne droite.

ART. I. Pourquoi les rayons de lumiere traversent certains corps en ligne droite.

LORSQUE les rayons ſortent des corps lumineux, ils rangent, comme nous avons déja dit, les corpuſcules les plus menus du ſecond élement, en ſorte qu'ils peuvent aſſez librement paſſer au travers; & il eſt impoſſible qu'ils y puiſſent paſſer autrement qu'en ligne droite, tant que la matiere eſt homogéne, & par tout ſemblable à elle-même le long de leur paſſage, & qu'ainſi cette matiere, en les preſſant & en les pouſſant également de toutes parts, ne leur fait pas plus d'obſtacle d'un côté que de l'autre; mais qu'elle leur cede également par-tout. Cela eſt ſi évident qu'il ne me ſemble pas meriter une plus ample explication; de même qu'il l'eſt, que ces rayons peuvent commencer à ſe mouvoir, & à ſe faire ſentir à une diſtance immenſe de leurs ſources, preſqu'en même temps qu'ils en partent, & qu'ils s'en éloignent avec tout l'effort imaginable.

ART. II. Pourquoi il faut un peu de temps avant que la lumiere ſe puiſſe faire ſentir à une tres-grande diſtance.

Je dis preſqu'en même temps, parce que je conçois clairement qu'il faut tant ſoit peu de temps avant qu'un rayon de lumiere ait diſpoſé & rangé les corpuſcules, au travers deſquels il prend ſon chemin; en ſorte qu'il ſe puiſſe faire ſentir à une diſtance un peu grande, comme par exemple, du ſoleil juſqu'à la terre, & avant que le mouvement qu'il

qu'il acquiert à sa source, puisse parvenir & être communiqué à son extremité : De même qu'il faudroit tant soit peu de temps à l'eau, renfermée, par exemple, dans un boyau, avant qu'elle eust suffisamment étendu ses parois, & avant qu'elle se fust mise en état de pouvoir couler d'un bout à l'autre avec un mouvement par tout égal.

ART. III. Que cette raison se confirme par l'observation du premier satellite de Jupiter.

Ce que la raison nous persuade ici l'experience le confirme, & nous fait voir manifestement que le passage de la lumiere n'est pas instantané, comme plusieurs grands Philosophes l'ont crû : car on a observé par de frequentes éclipses du premier & du plus proche satellite de Jupiter, que son immersion est toûjours tant soit peu anticipée, & son émersion tant soit peu retardée; suivant que la terre par son cours annuel s'en approche ou s'en éloigne. L'on a conclu de là, qu'il faut quelque temps à la lumiere pour traverser un certain espace, & l'on a trouvé par le calcul, qu'il lui faut environ 22 minutes de temps pour traverser tout le diametre de l'orbe annuel de la terre, & par consequent une seconde de temps pour traverser plus de onze cens fois cent mille toises, ou plûtôt pour se faire sentir à cette distance.

ART. IV. Et par une experience que l'on peut faire avec un flambeau allumé dans un lieu qui n'a pas été éclairé de long temps.

D'ailleurs, il me semble que lors que j'entre avec un flambeau allumé dans une cave qui n'a pas été éclairée depuis long-temps, j'ai d'abord de la peine à reconnoître les objets, que je reconnois facilement à la même distance, dés que j'entre dans une chambre que le soleil a éclairée pendant

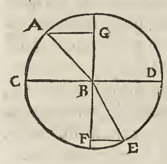
la journée. Je conclus de là que les ruiſſeaux de lumiere n'ont pas été détruits dans la chambre, aprés quelques heures d'intervalle qu'ils ont ceſſé d'y être pouſſez, & d'y paſſer en ligne droite, comme ils l'ont été ſans doute dans la cave, où il faut quelques inſtans à la lumiere du flambeau pour former de nouveaux ruiſſeaux de lumiere juſques aux objets, & de là juſques aux yeux.

CHAPITRE IV.

De la refraction & de la reflexion.

ART. I. Explication de la principale proprieté de la refraction.

LA principale proprieté de la refraction eſt, qu'un rayon de lumiere, comme A B, parcourant un corps tranſparent, comme C A G B, & rencontrant obliquement en ſon chemin au point B, la ſurface unie d'un autre corps tranſparent, comme C D E F, qui lui donne un paſſage plus libre que le premier, ſe détourne au point d'incidence B, vers la droite F G, qui coupe la ſurface C D à angles droits: en ſorte qu'aiant décrit du point B le cercle A D E C, le ſinus de l'angle A B G ait une certaine raiſon au ſinus de l'angle F B E, qui eſt exactement la même dans toutes les inclinaiſons du rayon incident.



Lorſque les rayons de lumiere ſortent de l'air, & qu'ils entrent dans le verre, cette raiſon des ſinus eſt à peu prés comme de 3 à 2 : lorſqu'ils ſortent de l'air, & qu'ils entrent dans l'eau, elle eſt fort prés, comme de 4 à 3 : & ainſi cette raiſon eſt differente ſuivant que les rayons en ſortant de l'air, entrent dans differens corps diaphanes.

ART. II. Explication d'une autre proprieté de la refraction.

Une autre proprieté des refractions eſt, qu'elles ſont reciproques entre les rayons qui entrent dans un corps tranſparent, & ceux qui en ſortent ; c'eſt-à-dire, que ſi le rayon de lumiere A B, lorſqu'il entre dans un corps tranſparent, qui lui donne un paſſage plus libre que celui d'où il ſort, s'approche de la perpendiculaire, & ſe rompt en B E ; le même rayon E B, s'en éloigneroit préciſément autant, & ſe romproit en B A, s'il retournoit de E en B.

ART. III. Premiere conſequence tirée des proprietez de la refraction.

Il s'enſuit que lorſque dans la refraction la raiſon des ſinus eſt comme de deux à trois, l'angle d'incidence E B F, doit être plus petit que de $41^{d}\ 48'\frac{1}{2}$, afin que le rayon puiſſe ſortir du corps tranſparent ; & que cét angle ne doit pas exceder $48^{d}\ 36'$, ſi les ſinus ſont entre eux comme de 3 à 4, ſans quoi le rayon n'en ſçauroit ſortir en aucune maniere.

ART. IV. Seconde conſequence tirée des proprietez de la refraction.

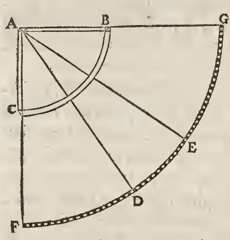
Il s'enſuit encore que, lorſque cette raiſon eſt comme de 3 à 2, ou de 4 à 3, &c. un rayon entrera toûjours dans un corps diaphane, quelque inclinaiſon qu'il puiſſe avoir.

ART. V. Les proprie-

Tout ceci s'accorde parfaitement bien avec

tez de la refraction confirmées par l'experience.

l'experience que plusieurs personnes exactes ont faite en se servant de differens moïens pour y parvenir. Pour moi j'ay pris un quart de cercle



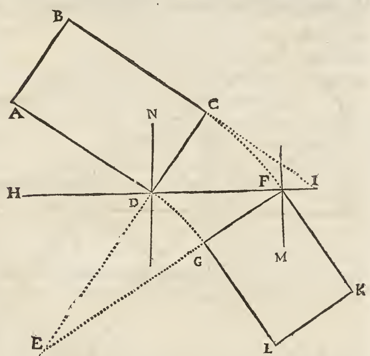
de verre, comme ABC, dont j'ai poli le côté AB & la courbure BC, laissant le côté AC brute, & même le couvrant d'un corps opaque. Je l'ai appliqué ainsi sur un quart de cercle de cuivre AGEF, de deux pieds de rayon, qui portoit deux alhidades AD, AE, mobiles au point A, qui est le centre commun des convexitez CB, FG; & aiant couvert tout le côté AB d'un corps opaque, hormis le point A, pour y recevoir un rayon du soleil, j'ai pû facilement, par le moïen de l'alhidade AE, prendre un angle d'incidence, comme CAE. Et comme la lumiere entrant par le centre de la convexité BC, ne doit souffrir aucune refraction en sortant par cette convexité; j'ai pû observer par l'alhidade AD, la quantité de l'angle de refraction DAE, ou de l'angle rompu FAD.

ART. VI. Que l'experience fait voir que la raison des si-

Aiant fait de cette maniere, & avec tout le soin possible, plusieurs observations sur differens angles d'incidence; j'ai trouvé que le rayon se

rompoit toûjours; en sorte que le sinus de l'angle d'incidence avoit exactement une même raison au sinus de l'angle rompu, & que cette raison étoit fort prés, comme de 3 à 2.

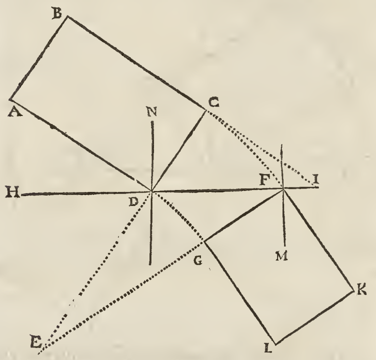
nus est fort prés comme de 3 à 2, lorsque le rayon va de l'air dans le verre.



ART. VII. Raison physique de la refraction en general.

Pour donner une raison physique un peu vraisemblable de ces phénomenes, soit A B C D un rayon de lumiere, qui aprés avoir traversé en ligne droite une matiere subtile, comme par exemple, celle qui est entre les particules de l'air, & dont il étoit également pressé de toutes parts, rencontre obliquement au point D une matiere plus subtile, comme par exemple, celle qui est dans les petits corps creux qui composent le verre.

Or comme cette derniere matiere, étant plus ſubtile, doit preſſer & pouſſer ce rayon avec moins de force que l'autre d'où il ſort; il eſt évident que ce rayon, étant ainſi ſerré dés le point D, entre ces deux matieres de force inégale, ſe-



ra contraint, malgré l'effort qu'il ſera par ſa rapidité pour continuer ſon mouvement en ligne droite, de ſuivre la preſſion de la matiere qui eſt ſuperieure en force, & à laquelle l'autre matiere ſera obligée de ceder; & ainſi le rayon s'approchera à chaque inſtant tant ſoit peu de la perpendiculaire N D, prenant ſon chemin le long d'une ligne courbe, juſqu'à ce que ſa partie C ſe ſoit

plongée dans la même matiere, où sa partie D s'étoit déja plongée. Mais si un rayon de lumiere, comme G L K F, aprés avoir traversé en ligne droite une matiere subtile, avoit rencontré au point F, une matiere moins subtile, & dont il auroit été par consequent pressé avec plus de force que par l'autre, il se seroit détourné de la perpendiculaire par une semblable raison que nous venons de voir qu'il s'en est approché.

ART. VIII. Raison physique de la principale proprieté de la refraction, qui est qu'elle se fait exactement suivant la raison des sinus.

Pour faire voir à present pourquoi la refraction se fait exactement suivant la raison des sinus : imaginons-nous que chaque rayon de lumiere est comme un vent qui souffle, ou comme de l'eau qui coule avec rapidité au travers d'un canal; & soit A B C D un rayon de lumiere, qui passe obliquement d'un corps transparent dans un autre, comme par exemple, de la matiere qui est entre les particules de l'air dans celle qui est dans les corps creux du verre, dont la surface H I, fasse la separation.

Or comme la matiere qui est entre les particules de l'air a esté supposée estre plus grossiere que celle qui est dans les petits corps du verre, elle doit contraindre ce rayon avec plus de force, & le pousser vers la perpendiculaire. Mais comme ce rayon s'avance avec une certaine force, & avec une certaine vitesse, il doit, suivant qu'il a plus ou moins de force & de vitesse, s'opposer plus ou moins à la matiere qui le pousse vers la perpendiculaire N D; & s'en approcher ainsi dés le premier instant

jusqu'à ce que ses forces & celles de la matiere qui est au dessous de la surface H I, balancent conjointement les forces de la matiere qui est audessus de cette surface, & qu'elles soient en parfait équilibre. Or comme la force du rayon est toûjours la même, continuant toûjours son chemin, avec une vitesse égale; que la matiere qui est au dessous de la surface H I le pousse toûjours avec la même force pour l'éloigner de la perpendiculaire ND; & que la matiere qui est audessus de cette surface le pousse toûjours avec la même force vers la perpendiculaire, depuis le chemin qu'il fait de C D en F G, ce que l'on peut supposer ici; il s'approchera de la perpendiculaire à chaque instant d'une égale quantité de chemin; & décrira ainsi deux arcs de cercle, C F, D G, jusqu'à ce qu'aiant atteint la surface H I, avec sa partie C, il traverse encore en ligne droite suivant les dernieres tangentes de ces arcs, la matiere qui est au-dessous de la surface H I, à cause qu'il en sera de nouveau pressé également de toutes parts, de même qu'il l'a été par la matiere qui est au-dessus de cette surface.

ART. IX. Que la quantité de la refraction dépend d'un certain équilibre de forces que le rayon de lumiere, & l'une des deux matieres que ce rayon traverse, oppo-

Et comme la quantité de la refraction dépend de l'équilibre de ces deux forces l'une contre l'autre; & que nous ne connoissons, ni les forces absoluës d'un rayon de lumiere, ni la force que l'une de ces matieres a par dessus l'autre, il nous est impossible de connoître jusqu'où peut aller cette quantité de la refraction autrement que par l'experience. Mais aussi-tôt qu'elle nous sera connuë

pour

pour un ſeul angle d'incidence ; c'eſt-à-dire, que nous connoîtrons la proportion qu'il y a entre les deux arcs C F, D G, nous la déterminerons facilement pour tout autre angle d'incidence : car puiſque la force du rayon eſt toûjours la même, continuant toûjours ſon chemin avec une viteſſe égale, de quelque maniere qu'il puiſſe être incliné ſur la ſurface H I; que la matiere qui eſt au-deſſous de cette ſurface le preſſe toûjours avec la même force pour l'éloigner de la perpendiculaire N D; & que la matiere qui eſt au-deſſus de cette ſurface le preſſe auſſi toûjours avec la même force vers cette perpendiculaire, d'où il ſuit que l'équilibre de ces deux forces : c'eſt-à-dire du rayon A B C D & de la matiere qui eſt au-deſſous de la ſurface H I, contre la matiere qui eſt au-deſſus de cette ſurface, eſt toûjours le même ; les deux arcs C F, D G, conſerveront toûjours une même raiſon entre eux dans tous les angles d'incidence, & ſeront par conſequent la veritable meſure de la refraction. Et comme ces deux arcs, quelque grandeur qu'ils puiſſent avoir, ſont toûjours entre eux en raiſon de leurs demi-diametres E C, E D, ou E F, E D; il eſt évident que ces demi-diametres E F, E D ſeront la veritable meſure de la refraction pour tous les angles d'incidence, & qu'ainſi la refraction ſe doit faire dans tous les angles d'incidence, ſuivant la raiſon des ſinus : car dans le triangle E D F, le côté E F eſt le ſinus de l'angle (E D F) ou C D F, qui eſt égal à l'angle d'incidence A D N,

ſent conjointement à l'autre matiere.

& le côté E D, eſt le ſinus de l'angle E F D, qui eſt égal à l'angle rompu M F K.

ART. X. Que le rayon de lumiere doit reprendre preciſément le même chemin en retournant, qu'il a pris en allant.

Au reſte, ſi ce rayon rebrouſſoit chemin, & qu'il s'avançaſt pour ſortir de la matiere qui eſt audeſſous de la ſurface H I, avec la même force qu'il y eſt entré; il eſt évident qu'il ſeroit contraint de décrire les mêmes arcs G D, F C, & qu'en reprenant preciſément le même chemin par où il eſt venu, il ſe détourneroit de la perpendiculaire, ſuivant la raiſon des ſinus E D, E F.

ART. XI. Que les rayons de lumiere ſe doivent reflechir, en ſorte que leurs angles d'incidence, & de reflexion ſoient égaux, lorſqu'en paſſant au travers de quelque matiere, ils rencontrent en leur chemin avec une certaine obliquité, une autre matiere qui leur fait plus de reſiſtance.

Et ſi un rayon comme A B C D, aprés avoir paſſé en ligne droite au travers de quelque matiere ſubtile, rencontroit une autre matiere moins ſubtile & ſeparée de la premiere par la ſurface F G, avec un angle d'incidence qui fut tel, que la partie C, en décrivant ſon arc au tour du centre E, ne puiſſe pas atteindre cette ſurface : c'eſt-à-dire, qu'il s'avançaſt parallelement à cette ſurface avant que de l'avoir pû atteindre ; il eſt évident qu'il continuëroit ſon chemin de même qu'il l'auroit commencé dés le point D, juſques à ce, qu'aprés

avoir décrit les deux arcs D I, C H, il ſortiſt de la matiere qui eſt audeſſous de la ſurface F G, au point I, de même qu'il y ſeroit entré au point D, & qu'il feroit par conſequent les deux angles A D F, P I G, égaux ; ce qu'on appelle reflexion.

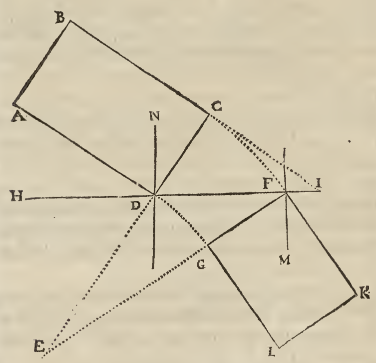
ART. XII. Que les rayons de lumiere ſe doivent reflechir ainſi, lorſqu'en paſſant au travers de la matiere ſubtile qui eſt dans le verre, ils rencontrent en leur chemin avec un angle d'incidence de 41[d], 48′½, celle qui eſt entre les particules de l'air.

S'il arrive donc que deux matieres, qui ſe touchent, ſoient tellement differentes en force, qu'un rayon de lumiere, en paſſant de l'une dans l'autre, ſoit obligé de décrire avec ſa partie ſuperieure un arc qui ait une raiſon à l'arc qu'il décrit avec ſa partie inferieure, comme de 2 à 3, ce qui arrive lorſque le rayon paſſe du verre dans l'air ; il eſt évident que ce rayon ne pourra pas entrer dans la matiere, qui eſt ſuperieure en force ; mais qu'il en reviendra comme s'il en étoit reflechi, dés que ſon angle d'incidence paſſe 41[d], 48′½.

ART. XIII. Pourquoi les rayons de lumiere ſe doivent reflechir à la rencontre de toute ſorte de corps durs.

Et je crois que toutes les reflections des rayons ſur des corps durs, comme la pierre, toutes ſortes de métaux, &c. que nous tenons pour inebranlables, ne ſe font pas autrement : car ſi de deux matieres ſeparées par quelque ſurface, l'une prévaloit tellement en force ſur l'autre, qu'un rayon de lumiere fuſt obligé de décrire avec ſa partie ſuperieure un arc qui ſeroit à l'arc qu'il décriroit avec ſa partie inferieure, comme 1 eſt à 100000, ou 200000, &c. il eſt évident que ce rayon ne pourroit point entrer dans la matiere qui ſeroit audeſſous de cette ſurface ; mais qu'il en reviendroit avec un angle égal à l'angle d'incidence, quand même cét angle d'incidence ne

ſeroit que d'une ſeconde, ou d'un tiers, &c. & qu'ainſi ce rayon tomberoit, pour ainſi dire, perpendiculairement ſur cette ſurface.



Art. XIV. Objection que l'on pourroit faire contre mon hypotheſe de la refraction, & réponſe à cette objection.

On pourroit peut-être m'objecter que les rayons de lumiere, puiſqu'ils ne doivent pas être conſiderez comme des parallelepipedes ; mais plûtôt comme des cilindres, par ce qu'ils ſont enfermez dans une matiere qui les preſſe tout-au-tour, bien loin de décrire des arcs de cercle, décriront deux li-

gnes courbes qui ſeront tout-à-fait d'une autre nature que les arcs de cercle : car ſoit par exemple le cercle, *a l m b*, la baſe du rayon cilindrique A B C D, & ſoit *a b* le diametre de ce cercle. Cela étant, ſi ce rayon s'eſt, par exemple, enfoncé dans la matiere qui eſt audeſſous de la ſurface H I, juſqu'à la corde *l m*, il eſt manifeſte qu'il ſera pouſſé vers la perpendiculaire par la matiere qui eſt audeſſus de cette ſurface, ſuivant le diametre *a b*, & qu'il ſera repouſſé, pour ainſi dire, pour s'éloigner de la perpendiculaire, par la matiere qui eſt audeſſous de la ſurface H I, ſuivant la corde *l m*, & par celle qui eſt audeſſus de cette ſurface, ſuivant les ſinus verſes *a o*, *n b* ; c'eſt-à-dire, que ce rayon ſera ſerré entre ces deux matieres de force inégale, dont chacune le pouſſera, l'une pour l'approcher, & l'autre pour l'éloigner de la perpendiculaire, ſuivant la corde *l m*. Enſuite ſi ce rayon s'eſt enfoncé dans la matiere qui eſt audeſſous de la ſurface H I, juſqu'à la corde *i* k, il eſt évident que ce rayon ſera ſerré entre les deux matieres de force inégale, dont chacune le pouſſera, l'une pour l'approcher, & l'autre pour l'éloigner de la perpendiculaire, ſuivant la corde *i* k, & que ce rayon ſera par conſequent pouſſé avec plus de force vers la perpendiculaire, lorſqu'il s'eſt enfoncé dans la matiere qui eſt audeſſous de la ſurface H I, juſqu'à la corde *i* k, que lorſqu'il s'y eſt enfoncé juſqu'à la corde *l m*. Plus ce rayon s'enfonce donc dans la

matiere qui est audessous de la surface HI, plus il sera poussé vers la perpendiculaire, jusqu'à ce qu'il y soit à moitié enfoncé; & aprés cela, plus il s'y enfonce, moins il sera poussé vers la perpendiculaire.

ART. XV. Que les rayons de lumiere, pendant qu'ils passent d'une matiere dans une autre, & qu'ils se détournent de leur chemin dans ce passage, décrivent des lignes courbes qui sont differentes des arcs de cercle.

Les rayons décrivent donc des lignes courbes qui sont entierement differentes des arcs de cercle; mais comme ces lignes courbes sont de telle nature, & observent une telle proportion les unes aux autres dans tous les angles d'incidence, que leurs tangentes, où les rayons commencent à souffrir la refraction, & où ils achevent de la souffrir, soient les mêmes que seroient celles des arcs de cercle, en cas que les rayons en décrivissent, comme il est aisé de voir par ce que nous venons de dire; cela ne doit en rien changer la nature de la refraction, & empêcher qu'on ne la puisse mesurer par des arcs de cercle, & qu'on ne la puisse concevoir, comme si les rayons en décrivoient effectivement.

ART. XVI. Que l'on pourroit rapporter plusieurs consequences tirées de cette nouvelle hypothese de la refraction, que l'on reserve pour une autre occasion.

Je pourrois rapporter ici plusieurs choses peut-être assez curieuses, & qui seroient comme autant de consequences tirées de mon hypothese de la refraction, si cela ne me menoit pas au delà des bornes que je me suis prescrites dans ce petit traité, & si je n'avois pas dessein d'en donner dans quelque temps un traité tout entier, où j'expliquerai tout au long la raison de la refraction du cristal d'Islande, & où je parlerai amplement des couleurs, & principalement de celles de l'Arc-en-ciel.

Cependant la principale conſequence que l'on en puiſſe tirer, eſt que plus un rayon de lumiere a de force, & de rapidité en paſſant d'un corps tranſparent dans un autre, moins ſa refraction doit être grande, ce qui peut bien paſſer pour un paradoxe aſſez conſiderable dans la Dioptrique; puiſque tous ceux qui en ont écrit juſques à preſent, ont ſuppoſé comme un axiôme infaillible, que les rayons de lumiere ſe détournent ſeulement ſuivant la differente reſiſtance des milieux.

ART. XVII. Que la principale conſequence que l'on en peut tirer, eſt que la refraction doit être plus ou moins grande, ſuivant qu'un rayon de lumiere, en paſſant d'un corps tranſparent dans un autre, a plus ou moins de force, ou qu'il eſt plus ou moins rapide.

La raiſon n'en eſt pas bien difficile ce me ſemble; car plus un rayon a de force, & de rapidité, plus il eſt en état de continuer ſon mouvement en ligne droite, & d'empêcher qu'il n'en ſoit pas détourné de côté ou d'autre par quelque cauſe étrangere.

ART. XVIII. Raiſon pourquoi un rayon de lumiere en paſſant d'un corps tranſparent dans un autre, doit ſouffrir peu de refraction, lorſqu'il a beaucoup de force & de viteſſe; & au contraire beaucoup de refraction, lorſqu'il a peu de force & de viteſſe; & qu'on peut établir là-deſſus pluſieurs regles.

Or je ne vois pas qu'il ſoit neceſſaire que tous les rayons de lumiere ſoient parfaitement égaux entre eux en force & en viteſſe, & ce ſeroit même, ce me ſemble, une eſpece d'abſurdité, que de leur vouloir attribuer une parfaite égalité; outre que l'experience nous apprend, que d'une infinité de rayons qui tombent ſur la ſurface d'un corps diaphane avec un même angle d'incidence, les uns ſouffrent plus & les autres moins de refraction en traverſant ce corps diaphane; ainſi nous pouvons établir les regles ſuivantes.

1°. S'il y a deux rayons de lumiere égaux en épaiſſeur & en viteſſe, qui paſſent d'un corps diaphane dans un autre avec un même angle d'in-

cidence, ces deux rayons souffriront une même refraction.

2°. Si ces deux rayons de lumiere sont égaux en vitesse, mais en épaisseur inégaux, le plus épais souffrira la moindre refraction; car il sera plus en état que l'autre de pouvoir continuer son mouvement en ligne droite, & de s'opposer à quelque cause étrangere qui feroit effort pour l'en détourner.

3°. Si ces deux rayons de lumiere sont égaux en épaisseur, mais en vitesse inégaux, celui qui s'avancera avec la plus grande vitesse souffrira la moindre refraction: car il soûtiendra mieux que l'autre l'éfort de la matiere qui se mettra en état de l'approcher, ou de l'éloigner de la perpendiculaire.

4°. Si ces deux rayons de lumiere sont inégaux en épaisseur & en vitesse, en sorte que l'excés de l'épaisseur de l'un soit recompensé par l'excés de la vitesse de l'autre; ces deux rayons souffriront encore une même refraction.

5°. Si ces deux rayons de lumiere sont inégaux en épaisseur & en vitesse, mais de telle sorte que l'excés de l'épaisseur de l'un ne soit pas recompensé par l'excés de la vitesse de l'autre, ces deux rayons souffriront une refraction inégale, & d'autant plus inégale, que ces excés se recompenseront moins l'un l'autre.

ART. XIX. Qu'il y a des rayons de lu-

Au reste, cette hypothese nous conduit à la connoissance de la nature, & de l'origine des couleurs, dont

dont la refraction est inseparablement accompagnée ; & c'est par cette hypothese qu'on peut, ce me semble, rendre raison de ce phénomene, qui a paru jusqu'ici un des plus difficiles de la physique, & même tout-à-fait inexplicable : car les rayons de lumiere, entrant avec plus ou moins de force & de vitesse dans nos yeux, & agissant par consequent par des mouvemens differens sur les organes de la veuë, nous peuvent faire avoir des sensations differentes, & autant differentes peut-être qu'il faut, pour nous faire appercevoir une aussi grande diversité de couleurs comme l'on en appercoit.

miere qui frappent les uns plus & les autres moins fortement les organes de la veuë, & que c'est en cela que consiste toute la diversité des couleurs que l'on apperçoit.

ART. XX. La cause de l'apparence de la couleur rouge.

Si l'on établit donc cette hypothese, & si l'on examine avec attention tous les phénomenes de la lumiere qui passe au travers d'un prisme de verre, l'on pourra conclure, 1°. Qu'entre les rayons de lumiere ceux qui sont les plus vigoureux ; c'est-à-dire, qui ont le plus d'épaisseur, & qui s'avancent avec le plus de vitesse, souffrant la moindre refraction en passant obliquement d'un corps transparent dans un autre, se separent du reste des rayons; & soit qu'il y en ait peu ou beaucoup, excitent en nous une sensation de lumiere que l'on appelle couleur rouge. Je dis peu ou beaucoup, parce que beaucoup de rayons rouges assemblez dans un certain espace, nous font paroître un rouge vif & éclatant, & que peu de ces rayons assemblez dans un même espace nous font paroître un rouge obscur.

ART. XXI. La cause de l'apparence

2°. Que ceux qui sont, par exemple, plus foi-

de la couleur jaune.

bles d'un degré ſe ſeparent encore des autres, & excitent en nous une ſenſation de lumiere que l'on appelle couleur jaune.

ART. XXII. La cauſe de l'apparence de la couleur blanche.

3°. Que ceux qui ſont encore plus foibles d'un degré, & qui tiennent, pour ainſi dire, le milieu entre les rayons rouges, jaunes, bleûs, & violets, font la couleur blanche, auſſi-bien, que ceux qui provenant du mélange des rayons rouges, jaunes, bleûs, & violets, y tiennent le même rang, & ont le même degré de force que les rayons blancs, lorſqu'ils en ſont ſeparez.

ART. XXIII. La cauſe de l'apparence de la couleur bleûë.

4°. Que ceux qui ſont encore plus foibles d'un degré font la couleur bleûë.

ART. XXIV. La cauſe de l'apparence de la couleur violette.

5°. Et enfin que les plus foibles de tous, ſouffrans la plus grande refraction en paſſant obliquement d'un corps tranſparent dans un autre, ſe rangent à l'oppoſite de l'endroit, où ceux qui ſont la couleur rouge ſe ſont rangez, & excitent en nous une ſenſation de lumiere, que l'on appelle couleur violette.

ART. XXV. Qu'il n'eſt pas difficile de rendre raiſon pourquoi les rayons colorez qui paſſent au travers d'un priſme de verre, gardent toûjours un certain ordre aprés ce paſſage.

Aprés cela nous ne ſerons pas ſurpris de voir que les parties qui ſont du côté de la convexité d'une lumiere courbée ou rompuë, prennent toûjours une couleur rouge, & que celles qui ſont du côté de la concavité de la courbure, prennent toûjours une couleur violette, pourveu qu'on les reçoive à une diſtance qui convienne à leur refraction; que les parties qui ſont proches du rouge, prennent toûjours une couleur jaune, & que celles qui ſont proches du violet, prennent toûjours une couleur

bleûë; & enfin que la couleur blanche occupe toûjours le milieu d'une lumiere courbée ou rompuë.

ART. XXVI. Qu'il n'est pas difficile de rendre raison de plusieurs experiences que l'on peut faire avec un prisme de verre.

Nous ne serons pas non plus surpris, pourquoi une lumiere rompuë conserve les mêmes couleurs dans le même ordre, aprés plusieurs refractions de suite, pourveu que les mêmes parties de la lumiere rompuë soient demeurées dans la même situation à l'égard de la convexité & de la concavité des courbures; pourquoi une seconde refraction qui est égale à la premiere, mais contraire, fait que les couleurs que la premiere avoit causée à la lumiere, se perdent entierement; & que cette lumiere n'aiant que de la blancheur, s'étende de même que si elle n'avoit point souffert de refraction : pourquoi une seconde refraction qui est contraire à la premiere, mais plus grande, change l'ordre des couleurs, c'est-à-dire, que le côté qui étoit violet & bleû devient rouge & jaune, &c.

ART. XXVII. Pourquoi certaines couleurs sont plus belles & plus vives que d'autres.

Il sera à propos de remarquer ici que les couleurs sont d'autant plus belles & plus vives que les refractions sont plus grandes : car les grandes refractions donnent occasion aux rayons de lumiere de se débroüiller les uns des autres à une distance assez petite de l'endroit où ils ont souffert la refraction, & nous donnent par consequent moïen d'enfermer dans un petit espace beaucoup de rayons rouges, dans un autre petit espace beaucoup de rayons jaunes, &c. au lieu que les petites refractions ne débroüillent les rayons que bien loin de l'endroit où ils ont souffert la refraction;

de là vient que la même quantité de rayons rouges, jaunes, &c. occupant un grand eſpace nous repreſente un rouge obſcur, au lieu d'un rouge vif & éclatant, & un jaune obſcur, au lieu d'un jaune vif & éclatant, &c.

Il eſt encore à propos de remarquer que les rayons qui reſtent aprés que les rayons rouges, jaunes, bleûs, & violets, s'en ſont ſeparez par la refraction, nous font paroître une couleur blanche ou blanchâtre, ſuivant qu'ils ſont aſſemblez en petite ou en grande quantité dans un certain eſpace; de même qu'il arrive lorſqu'il ne s'eſt fait aucune ſeparation de rayons, mais qu'ils ſont encore confondus & mélez les uns avec les autres.

AR. XXVIII. La cauſe de l'apparence du vert.

Et comme l'on ſçait par experience que le vert provient du mélange des rayons bleûs & jaunes, l'on ne ſera pas étonné de voir dans le milieu d'une lumiere fortement rompuë, du vert prés de l'endroit où la refraction s'eſt faite, & du vert dans le milieu d'une lumiere mediocrement rompuë à une certaine diſtance de l'endroit où la refraction s'eſt faite, puiſqu'il eſt neceſſaire que les rayons jaunes & bleûs s'y rencontrent, & y faſſent du vert par leur mélange.

ART. XXIX. Remarques ſur diverſes apparences de lumiere qu'on laiſſe entrer par un petit trou rond, & qu'on reçoit à diverſes di-

Mais pour mieux concevoir tout ce que nous venons de dire à l'égard des couleurs apparentes comme on les appelle, & pour en raiſonner plus juſte & avec plus de fondement, il ſera bon d'avoir remarqué auparavant avec exactitude les principaux phénomenes de l'experience qui ſuit.

Soit AB le diametre du soleil de 32′, & CD le diametre d'une petite ouverture ronde de 3 ou de 4 lignes ou plus ou moins, par laquelle on reçoit sa lumiere dans un lieu bien obscur sur des surfaces plates EF, GH, IK, LM, &c. qui lui sont directement opposées.

ſtances de ce trou ſur des ſurfaces plates qui lui ſont directement oppoſées.

Voyez la figure ſuivante.

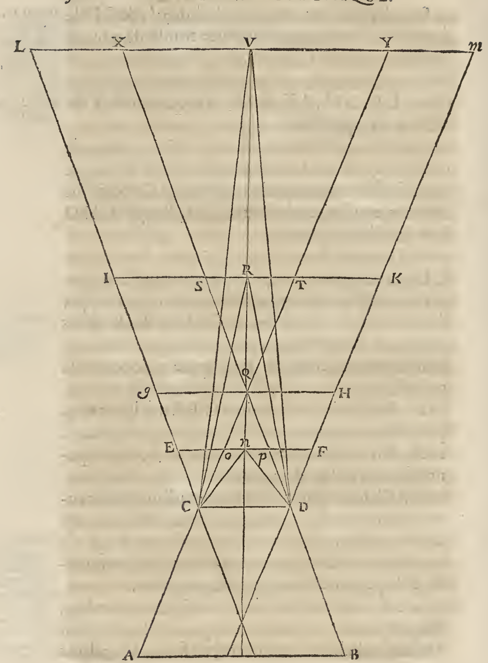
Si on la reçoit sur la surface plate EF, éloignée de l'ouverture CD, en sorte que, si du milieu de cette surface on tire les deux lignes NC, ND sur les deux extrémitez de l'ouverture, l'angle CND soit d'un degré 4. min.

1°. Toute l'illumination EF sera à l'ouverture CD, en raison de 9. à 4; j'appelle toute l'illumination l'espace sur lequel la lumiere qui entre par l'ouverture, se repand sur quelqu'une des surfaces plates, & illumination entiere l'espace de toute l'illumination diminué de l'espace qu'occupe la penombre.

2°. L'illumination entiere OP sera à l'ouverture CD, en raison de 1 à 4, & par consequent à toute l'illumination en raison de 1 à 9, & à la penombre en raison de 1 à 8.

3°. Chaque point de l'illumination entiere recevera un rayon de chaque point du soleil, & cette illumination aura par consequent en partage un quart de tous les rayons qui entrent par l'ouverture, & la penombre les trois autres quarts.

4°. La vivacité de la lumiere sur la penombre, ira toûjours en diminuant depuis l'illumination entiere, où elle commencera, & finira à l'endroit



L
X
V
Y
m
I
S
R
T
K
Q
G
H
E
n
o
p
F
C
D
A
B

où chaque point ne recevra qu'un ſeul rayon du ſoleil.

Si l'on reçoit la lumiere ſur la ſurface plate G H, éloigné de l'ouverture C D, en ſorte que, ſi du milieu de cette ſurface l'on tire les deux lignes C Q, D Q, ſur les deux extremitez de l'ouverture, l'angle C Q D ſoit de 32 min. qui eſt la grandeur du diametre du ſoleil.

1°. l'eſpace de toute l'illumination G H ſera à l'ouverture C D, en raiſon de 4 à 1.

2°. L'illumination entiere ne ſera qu'un point qui recevera un rayon de chaque point du ſoleil, & ſera par conſequent le centre de la penombre qui égalera toute l'illumination.

3°. La lumiere de la penombre ira depuis ce centre toûjours en diminuant juſqu'à la circonference qui la terminera, & dont chaque point ne recevra qu'un ſeul rayon du ſoleil.

Si l'on reçoit la lumiere ſur la ſurface plate I K, éloignée de l'ouverture C D, en ſorte que, ſi du milieu de cette ſurface l'on tire les deux lignes C R, D R, ſur les deux extremitez de l'ouverture, l'angle C R D, ſoit de 16 min.

1°. Toute l'illumination I K ſera à l'ouverture C D en raiſon de 9 à 1.

2°. L'illumination entiere S T ſera égale à l'ouverture C D, & par conſequent à toute l'illumination en raiſon de 1 à 9, & à la penombre en raiſon de 1 à 8.

3°. Chaque point de l'illumination entiere ſera

éclairé par le quart du ſoleil, & cette illumination aura par conſequent en partage le quart de tous les rayons qui entrent par l'ouverture C D, & la penombre les trois autres quarts.

4°. La lumiere de la penombre ira toûjours en diminuant depuis l'illumination entiere juſqu'à l'ombre, où chaque point ne recevra qu'un ſeul rayon du ſoleil.

Et ſi l'on reçoit enfin la lumiere ſur la ſurface plate L M, éloignée de l'ouverture C D; en ſorte que, ſi du milieu de cette ſurface l'on tire deux lignes V C, V D, ſur les deux extremitez de l'ouverture, l'angle C V D ſoit de 8. min.

1°. Toute l'illumination L M ſera à l'ouverture C D en raiſon de 25 à 1.

2°. L'illumination entiere X Y ſera à l'ouverture C D, en raiſon de 9 à 1, & par conſequent à toute l'illumination en raiſon de 9 à 25, & à ſa penombre, en raiſon de 9 à 16.

3°. Chaque point de l'illumination entiere X Y ſera éclairé par la $\frac{1}{16}$ partie du ſoleil, & cette illumination aura par conſequent en partage les $\frac{9}{16}$ de toute la lumiere qui entre par l'ouverture C D, & la penombre les $\frac{7}{16}$ qui reſtent.

4°. La lumiere de la penombre ira toûjours en diminuant depuis l'illumination entiere juſqu'a l'ombre, où chaque point ne recevera qu'un ſeul rayon du ſoleil.

Il eſt encore à remarquer en general; 1°. Que depuis l'ouverture C D juſqu'au point Q, où le

concours

concours de deux lignes, qui viennent des deux extremitez de l'ouverture C D, fait un angle de 32', qui eſt la grandeur du diametre du ſoleil, les diametres des anneaux de la penombre ſeront les uns aux autres en raiſon de leurs diſtances de l'ouverture; & qu'à l'autre côté du point Q chacun de ces diametres ſera égal au diametre de l'ouverture à quelque diſtance de l'ouverture que l'on reçoive la lumiere.

2°. Que toutes les illuminations ſeront les unes aux autres en raiſon doublée de leurs diſtances de l'ouverture C D, augmentées chacune de la diſtance qu'il y aura du point Q à cette ouverture.

3°. Que les illuminations entieres ſeront les unes aux autres en raiſon doublée de leurs diſtances du point Q.

4°. Que depuis l'ouverture C D juſqu'au point Q, chaque point dans une illumination entiere ſera éclairé par une quantité égale de rayons, & par autant de rayons que ſera éclairé un point dans toute autre illumination entiere: car chaque point ſera éclairé par un rayon de chaque point du ſoleil, ce qui fera une vivacité de lumiere égale dans toutes ces illuminations. Et qu'à l'autre côté du point Q, chaque point d'une illumination entiere ſera éclairé par une quantité égale de rayons, & que la vivacité de lumiere dans une illumination entiere, ſera à la vivacité de lumiere dans une autre illumination entiere, en raiſon doublée reciproque de leurs diſtances de l'ouverture C D.

5°. Que depuis l'ouverture C D, jusqu'au point Q, la quantité de la lumiere qui tombera en partage à quelque illumination entiere, sera à la quantité de lalumiere qui tombera en partage à quelqu'autre illumination entiere, en raison doublée de leurs distances du point Q; & qu'à l'autre côté du point Q, la quantité de la lumiere qui tombera en partage à quelque illumination entiere, sera à la quantité de la lumiere qui tombera en partage à quelqu'autre illumination entiere, en raison doublée de leurs distances du point Q, divisées par le quarré de leurs distances de l'overture C D.

6°. Que la vivacité de la lumiere sur quelque penombre sera d'autant plus grande qu'elle sera plus proche de l'ouverture.

7°. Que la vivacité de la lumiere sur quelque penombre ira toûjours en diminuant depuis son illumination entiere jusqu'à l'ombre où chaque point ne recevra qu'un seul rayon du soleil.

8°. Que depuis l'ouverture C D jusqu'au point Q, la quantité de la lumiere qui tombera sur une illumination entiere, sera à la quantité de la lumiere qui tombera sur toute l'illumination : c'est-à-dire, à la quantité de la lumiere qui entrera par l'ouverture C D, en raison de l'illumination entiere à l'ouverture C D : & qu'à l'autre côté du point Q, la quantité de la lumiere qui tombera sur une illumination entiere, sera à la quantité de la lumiere qui tombera sur toute l'illumination, comme cette illumination entiere, divisée par le quarré de

ſa diſtance de l'ouverture CD, ſera à l'unité.

9. Que depuis l'ouverture C D juſqu'au point Q, la quantité de la lumiere qui tombera ſur quelque illumination entiere, ſera à la quantité de la lumiere qui tombera ſur ſa penombre, comme cette illumination ſera à la difference qu'il y aura entre cette illumination & l'ouverture CD; & qu'à l'autre côté du point Q, la quantité de la lumiere qui tombera ſur quelque illumination entiere, ſera à la quantité de la lumiere qui tombera ſur ſa penombre, comme cette illumination diviſée par le quarré de ſa diſtance de l'ouverture C D, ſera à la difference qu'il y aura entre cette illumination ainſi diviſée par le quarré de ſa diſtance de l'ouverture C D, & l'unité.

ART. XXX. Pourquoi les ouvertures des verres objectifs qui ſervent aux lunettes d'approche doivent être proportionnées à la diſtance de leurs foïers.

Si l'on fait tant ſoit peu de reflexion ſur ce que nous avons dit de l'inégalité des rayons de lumiere, tant à l'égard de leur épaiſſeur, qu'en ce qui regarde leur rapidité, & ſur ce que nous avons dit de l'inégalité de leurs refractions, auſſi-bien que de la diverſité de leurs couleurs qui en ſont des ſuites neceſſaires, comme nous avons vû; il nous ſera aiſé de juger pourquoi les ouvertures des verres objectifs qui ſervent aux lunettes d'approche, doivent être proportionnées à la diſtance de leurs foïers, & par conſequent, pourquoi, ni les hyperboles, ni les ellipſes, ni aucune autre figure que l'on pourroit s'imaginer, ne pourront jamais répondre aux eſperances qu'en avoient conçûës pluſieurs grands hommes qui ont écrit de la Dioptri-

que, & qui aiant fondé leurs raiſonnemens ſur de faux principes, les avoient préferées au cercle, quoiqu'elles lui ſoient veritablement inferieures, comme il ſeroit aiſé de le prouver.

ART. XXXI. Ce que c'eſt que les couleurs fixes.

Il nous reſte maintenant à dire un mot des couleurs fixes & permanentes, comme on les appelle, parce qu'elles paroiſſent toûjours à peu prés les mêmes, ſoit qu'on les regarde directement ou obliquement.

ART. XXXII. Que l'on en compte ordinairement jusqu'à cinq principales.

L'on en compte ordinairement juſques à cinq principales, le blanc, le noir, le rouge, le jaune, & le bleû. Toutes les autres ſe peuvent faire par le mélange de quelques-unes de celles-ci.

AR. XXXIII. La cauſe de l'apparence de la couleur blanche.

Ces ſortes de couleurs ſe voïent dans les verres colorez, ſur les fleurs, ſur les étoffes, ſur les métaux, &c. Et ſi quelques-uns de ces corps paroiſſent teints d'une couleur blanche, ce n'eſt que parce qu'ils ont une infinité de tres-petites éminences convexes, ſur leſquelles les rayons de lumiere ſe reflechiſſent, comme ſur autant de tres-petits miroirs convexes, ſans ſouffrir de refraction, & ſans changer par conſequent de modification. Car en ſe reflechiſſant ainſi, ils nous doivent faire voir une infinité de tres-petites images du ſoleil ; & par conſequent une infinité de points blancs ou de la blancheur, parce que le ſoleil même nous paroît blanc, comme on le peut facilement remarquer, quand on le regarde au travers d'un tres-petit trou rond fait avec une éguille dans une feüille de leton.

Si les petites éminences de ces corps étoient cou-

vertes d'une eſpece de vernis ou de criſtal clair & tranſparent, ils devroient encore paroître d'une couleur blanche : car les rayons de lumiere, en ſe reflechiſſant ſur ces éminences, comme ſur autant de miroirs convexes de verre étamez par derriere, ne changeroient pas de modification par le double paſſage au travers de ce vernis ou criſtal, (ſuppoſé que chacune de ces éminences en ſoit également couverte) & ainſi nous y devroient pareillement faire voir une infinité de tres-petites images du ſoleil.

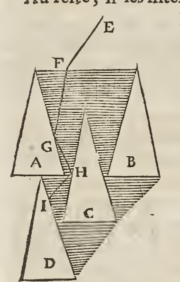
AR. XXXIV. La cauſe de l'apparence de la couleur noire.

Il n'y a aucune couleur qui ſoit plus oppoſée au blanc que le noir ; & comme cette couleur n'eſt proprement qu'un défaut de lumiere, tous les corps nous doivent paroître noirs, lorſque les petites parties qui les compoſent, ont une certaine figure, & ſont rangées en ſorte que leurs ſurfaces ne reflechiſſent point de lumiere vers nos yeux, ou qu'elles en reflechiſſent trop peu pour ébranler ſuffiſamment les organes de la veuë.

S'il y avoit par exemple, des corps compoſez de cônes ou de piramides longuettes & fort pointuës, comme A, B, C, D, &c. il y auroit tres-peu de rayons de lumiere qui tombant ſur ces corps, puſſent s'en dégager, & il

ne s'en dégageroit que ceux qui y tomberoient vers les pointes. Tous les autres rayons, comme par exemple, E F, qui se reflechit de F en G & de G en H, &c. y seroient absorbez, ne pouvant remonter ni sortir du creux où ils se seroient engagez ; & ces rayons exerçans alors leurs efforts au dedans de ces corps, où ils perdroient la qualité de rayons en se dispersant au tour des corpuscules du second élement, échaufferoient par consequent ces corps bien davantage, que s'ils avoient rencontré des corps blancs qui les auroient reflechis aussi-tôt.

Au reste, si les intervalles de ces piramides A, B, C, D, &c. étoient remplis d'une espece de vernis ou de cristal transparent ; il arriveroit encore à peu prés la même chose ; car presque tous les rayons y seroient absorbez de même.



Le rayon E F, par exemple, tombant sur la surface de ce vernis ou cristal, se romproit au point de son incidence F ; & rencontrant ensuite la surface de la piramide A au point G, s'en reflechiroit en H, & de H en I, &c. sans pouvoir remonter & sortir du creux où il se seroit engagé. Le verre noir, la pierre noire, & plusieurs autres corps semblables sont sans doute de cette derniere sorte de corps.

Pour donner raiſon de l'apparence des autres couleurs, comme du rouge, du jaune, du bleû, &c. ſuppoſons qu'il y ait une matiere tranſparente parſemée d'une infinité de tres-petites parcelles qui empêchent également les rayons de lumiere d'en revenir par reflexion, ou de la traverſer, ſi elle eſt tellement épaiſſe qu'il n'y ait, pour ainſi dire, aucun rayon qui ne trouve quelque obſtacle en ſon chemin, & qui ne ſoit arrêté par quelqu'une de ces parcelles. Cela étant, il eſt manifeſte que cette matiere ne ſera plus tranſparente, mais qu'elle ſera tout-à-fait noire & opaque.

ART. XXXV. La cauſe de l'apparence des autres couleurs fixes.

Mais ſi nous ſuppoſons que cette même matiere ait ſi peu d'épaiſſeur, que pluſieurs rayons de lumiere la puiſſent traverſer ſans rencontrer aucune de ces parcelles en leur chemin; nous pouvons croire que ceux qui l'accompagnent, ne trouvant pas la même facilité de paſſer, puiſqu'ils ſe trouvent arrêtez par quelques-unes de ces parcelles, & faiſant pourtant effort pour ſortir de cette matiere de façon ou d'autre, ſe joindront en partie aux rayons qui la traverſent librement, & les fortifieront ainſi pendant leur paſſage; c'eſt-à-dire, qu'ils les groſſiront, & qu'ils les feront aller avec plus de rapidité, comme nous voïons qu'une riviere devient & plus large & plus rapide par la jonction d'une autre qui ſe jette dans ſon lit.

AR. XXXVI. La cauſe de l'apparence de la couleur rouge.

Or comme nous avons vû que les rayons de lumiere ne nous font paroître une couleur rouge, que parce qu'ils ſont épais & rapides, nous pou-

vons croire que les rayons aprés avoir traversé cette matiere transparente, ne paroîtront rouges, que parce qu'ils s'y sont fortifiez pendant leur passage, & qu'ils s'y sont peut-être fortifiez de la maniere que nous venons de l'expliquer.

ARTICLE XXXVII. Que suivant nos principes il est facile de trouver la cause de l'apparence des autres couleurs fixes.

Il sera à present aisé de juger que, suivant ces principes, plusieurs rayons de lumiere auroient pû, en passant au travers de quelque corps transparent, s'y fortifier autant qu'il auroit fallu pour faire paroître du jaune, & qu'ils auroient pû au contraire y être affoiblis autant qu'il auroit fallu pour faire paroître du bleû, du violet, &c.

ARTICLE XXXVIII. Qu'il y a deux ordres pour venir du blanc au noir.

Par tout ce que nous venons de dire l'on voit qu'il y a deux ordres dans les couleurs pour passer du blanc au noir; l'un le blanc, le jaune, le rouge, & le noir; & l'autre le blanc, le bleû, le violet, & le noir; mais qu'il y a cette difference à remarquer, que l'on peut en quelque maniere passer du blanc au noir par le bleû, sans qu'il soit necessaire que les rayons de lumiere souffrent de refraction, au lieu que cela est absolument necessaire, en passant du blanc au noir par le jaune.

AR. XXXIX. Que parmi les couleurs, l'une est ordinairement causée par une moindre quantité de rayons, & toûjours par des rayons plus ou moins

L'on voit encore que le blanc est ordinairement causé par quantité de rayons; mais que les rayons ne sont jamais ni trop forts, ni trop foibles; que le jaune & le bleû sont ordinairement causez par une moindre quantité de rayons; mais qu'ils ont toûjours un peu plus de force dans le jaune, & un peu moins de force dans le bleû que ceux qui sont

la

la blancheur; que le rouge & le violet sont ordinairement causez par une moindre quantité de rayons que le jaune & le bleû; mais que ceux qui font le rouge ont toûjours plus de force que ceux qui font le jaune; & qu'au contraire ceux qui font le violet, ont toûjours moins de force que ceux qui font le bleû; & qu'enfin un rouge brun & foncé tirant vers le pourpre est ordinairement causé par une petite quantité de rayons qui ont beaucoup de force; c'est-à-dire, qui frappent vivement & avec violence les organes de la vûë, même à les incommoder, & à les blesser en quelque façon, comme cela se trouve par experience.

foibles qu'une autre couleur.

ART. XL. Pourquoi la couleur rouge ébloüit la vûë, & pourquoi le vert la réjoüit.

C'est pour cette raison que le rouge ébloüit la veuë, laquelle le vert réjoüit; or le vert la réjoüit, parce que les rayons de lumiere qui causent cette couleur, ne sont ni trop forts, ni trop foibles, ni en trop grande, ni en trop petite quantité, étant un mélange de rayons jaunes & bleûs.

ART. XLI. Que l'art de teindre des étoffes blanches en couleur, consiste à les couvrir d'une espece de vernis dur & coloré.

Nous avons dit que les corps qui ont une infinité de tres-petites éminences convexes, nous doivent paroître blancs en nous y faisant voir une infinité de tres-petites images du soleil, comme par exemple, les étoffes blanches, le linge, &c. sur lesquelles les rayons de lumiere se reflechissent, comme sur autant de miroirs convexes, sans souffrir de refraction, & sans changer par consequent de modification. Nous avons dit de plus, que la même chose devroit encore arriver, quoique chacune de ces petites éminences fust couverte égale-

ment d'une eſpece de vernis, ou de criſtal clair & tranſparent; mais ſi chacune de ces éminences étoit également couverte d'une tres-petite épaiſſeur de vernis ou de matiere tranſparente, telle que nous venons de la décrire; il eſt évident que les rayons de lumiere, paſſans au travers de cette matiere, & y repaſſans aprés avoir été reflechis par ces éminences, nous feroient paroître ces corps, ou rouges, ou jaunes, ou blancs, &c. ſuivant la diſpoſition & la ſtructure interieure des parties qui compoſent cette matiere, & ſuivant que ces rayons y auroient été ou fortifiez ou affoiblis par ce double paſſage. L'on peut donc croire à preſent que tout l'art de teindre des étoffes blanches en couleur ne conſiſte qu'à les couvrir d'une eſpece de vernis rouge, jaune, ou bleû, &c. & de faire outre cela que ce vernis ſoit durable, & d'une couleur bien vive & bien éclatante. Or cette derniere choſe arrivera, ſi l'on y ajoûte un peu d'alun, ou quelque autre matiere ſemblable, qui garde, comme dans une eſpece de criſtal aſſez durable, les parcelles que nous avons vû être la principale cauſe de la lumiere colorée, & qui empêche que les rayons de lumiere, en rangeant ces parcelles, par l'effort continuel qu'ils y font en les traverſant, n'y faſſent en trop peu de temps des paſſages trop libres de tous côtez, & n'éclairciſſent par conſequent la couleur, que le premier arrangement de ces parcelles avoit fait naître.

ART. XLII. Que la cou-

Et ce qui me confirme dans la penſée que tout

l'art des Teinturiers ne consiste qu'à couvrir les étoffes blanches d'une espece de vernis rouge, jaune, ou bleû, &c. c'est que la couleur noire ne se change jamais en une autre, par quelque nouvelle teinture; mais qu'elle reste toûjours noire comme elle étoit auparavant; car les rayons de lumiere, aprés avoir traversé le nouveau vernis, se perdent dans le corps noir sans en pouvoir revenir.

leur noire ne peut être teinte en aucune autre couleur, confirme cette pensée.

ART. XLIII. Maniere de teindre des étoffes de laine blanche en couleur d'écarlate.

Pour teindre, par exemple, des étoffes de laine blanche en couleur d'écarlate, comme cela se pratique à peu prés aux Gobelins de Paris, & dont l'invention est deuë à un Hollandois appellé Kuffelaar; on prend pour une livre d'étoffe un demi sceau d'eau de pluye bien claire, une once & demie du meilleur tartre pulverisé, un quart d'once d'alun romain, & $\frac{3}{16}$ d'once d'étain dissou dans deux onces d'eau forte; & aiant laissé boüillir tout cela dans une chaudiere d'étain, environ l'espace d'une heure, l'on en ôte l'étoffe, l'on rince la chaudiere, & l'on y met de nouveau avec l'étoffe un demi sceau d'eau bien claire, & $\frac{1}{4}$ d'once de tartre pulverisé. L'on y met ensuite, dés que l'eau commence à boüillir, une once de la meilleure cochenille bien pulverisée, & le $\frac{1}{8}$ d'une once d'étain dissou dans une once d'eau forte, & aiant ainsi laissé boüillir l'étoffe pendant une demi-heure, on l'ôte de la chaudiere, & on la lave dans de l'eau chaude. Il est à observer que sans l'alun romain la couleur tireroit vers l'orangé, & que l'eau de la riviere des Gobelins n'est pas plus propre pour

teindre en écarlate, que l'eau de pluye, & peut-être moins.

ART. XLIV. Que la cochenille dont on se sert pour teindre l'écarlate paroit être le cocon d'un insecte, lorsqu'on l'examine avec une loupe après l'avoir trempé quelques jours dans de l'eau.

La cochenille est la base & la principale drogue qui fait la couleur rouge par le suc rouge qu'elle contient. C'est le cocon d'un petit insecte de l'Amerique, seché au soleil ou dans le four; ce qu'on peut facilement connoître en le trempant deux ou trois jours de suite dans de l'eau, où reprenant sa figure naturelle, il se fait voir par le moïen d'une loupe de 5 ou 6 lignes de foïer, à peu prés comme cette figure le represente, couché sur le dos. J'en ai ouvert plusieurs, & j'ai trouvé que la plûpart étoient remplis d'une tres-grande quantité de petits œufs qui me donnerent un suc extrêmement rouge en les coupant.

ART. XLV. Pourquoi l'on se sert d'alun dans la teinture.

L'alun sert, comme nous avons déja dit, à rendre la couleur plus belle & plus éclatante, & à la conserver; & si le vernis qui se fait du suc rouge de la cochenille, de l'alun & des autres ingrediens, étoit aussi dur & durable que les verres colorez que l'on voit dans des Eglises, il pouroit conserver sa couleur pendant des siecles entiers, sans changer & sans s'éclaircir sensiblement.

ART. XLVI. Pourquoi l'on se sert d'une chaudiere d'étain dans la teinture de l'écarlate.

L'on se sert d'une chaudiere d'étain & non pas d'une de cuivre, parce que l'eau forte tireroit une couleur bleüë du cuivre.

ART. XLVII. Que la dispute de deux

J'aurois pû finir ici le chapitre de la refraction sans parler de celle qui se fait, lorsque les rayons de lumiere passent de l'air subtil dans un autre qui

l'eſt moins, puiſqu'elle eſt fondée ſur les mêmes principes que celle qui ſe fait, lorſque les rayons de lumiere paſſent de l'air dans le verre: mais la diſpute nouvelle de deux philoſophes de grande reputation, dont l'un prétend que cette refraction eſt la veritable cauſe de la grandeur apparente de la lune dans l'horiſon, ſemble m'obliger à en dire un mot en paſſant, & à examiner ſi elle en peut être la veritable cauſe.

Philoſophes m'a fait entreprendre d'écrire touchant la refraction qui ſe fait dans l'air.

Nous ſçavons déja que la terre eſt environnée d'un atmoſphere d'air qui eſt d'autant plus ſubtil qu'il en eſt plus éloigné. Et comme nous avons ſuppoſé qu'entre les matieres ſubtiles qui donnent paſſage aux rayons de lumiere, celle qui eſt entre les particules de l'air eſt plus groſſiere que celle qui eſt dans les particules qui compoſent le verre; nous pouvons encore ſuppoſer que la matiere ſubtile qui eſt entre les particules d'un air ſubtil, eſt plus groſſiere que celle qui eſt entre les particules d'un air moins ſubtil.

ART. XLVIII. Que l'on peut ſuppoſer que la matiere qui eſt entre les particules de l'air groſſier, eſt plus ſubtile que celle qui eſt entre les particules de l'air ſubtil.

Cela étant ainſi ſuppoſé, il eſt évident qu'un rayon de lumiere, paſſant d'un air ſubtil dans un air moins ſubtil, & de cet air moins ſubtil dans un autre encore moins ſubtil, & ainſi de ſuite juſqu'à ce qu'il ſoit parvenu juſqu'à la ſurface de la terre, ſouffrira une infinité de tres-petites refractions inſenſibles, & décrira ainſi une ligne courbe, dont la tangente qui entrera dans l'œil, nous donnera la quantité ſenſible de toutes les refractions inſenſibles, & nous fera voir le lieu apparent d'un objet,

ART. XLIX. Qu'un rayon de lumiere, en paſſant une infinité de fois d'un air ſubtil à un autre qui l'eſt moins, fait à la fin une refraction ſenſible en décrivant une ligne courbe.

puiſque les objets ne ſe voyent qu'en ligne droite.

ART. L. Pourquoi cette refraction paroît avoir été inconnuë aux Anciens.

Cette refraction paroît avoir été entierement inconnuë aux anciens : car s'ils en avoient ſçû la moindre choſe, ils n'auroient pas été ſurpris de voir la lune éclipſée pendant que le ſoleil étoit encore ſur l'horiſon. L'étonnement de Ptolomée n'auroit pas été ſi grand, lorſqu'il obſerva l'équinoxe deux fois le même jour ; & les Hollandois, lorſqu'ils furent obligez d'hiverner à la nouvelle Zemble, auroient pû comprendre pourquoi ils voïoient le ſoleil 17 jours avant qu'ils le dûſſent voir ſuivant leur calcul Aſtronomique.

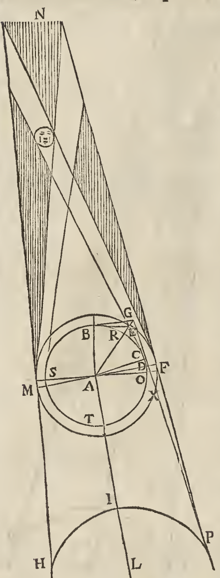
ART. LI. Qu'une experience faite avec une lunette d'approche, rend cette refraction fort ſenſible.

Il y a une experience qui rend cette refraction fort viſible, qui eſt qu'un même objet veû en des temps differens avec une lunette d'approche qu'on laiſſe immobile, ne ſe trouve pas toûjours à la même hauteur, mais paroit ou plus ou moins haut, ſuivant le changement arrivé à l'air, au travers duquel les rayons de lumiere prenoient leur paſſage.

ART. LII. Comment on pourroit trouver la hauteur de l'air groſſier s'il y en avoit un qui fût homogene, concentrique à la terre, & enveloppé d'un autre moins groſſier.

S'il y avoit un air homogéne, élevé depuis la ſurface de la terre juſqu'à une certaine hauteur, & enveloppé d'un autre air homogéne moins ſubtil, & concentrique à la terre, l'on trouveroit facilement cette hauteur ſi l'on comparoit l'excés de la hauteur apparente, que quelqu'aſtre auroit pardeſſus la veritable à l'horiſon, avec l'excés de la hauteur apparente que cét aſtre auroit pardeſſus la veritable hauteur, lorſqu'il ſeroit éloigné de quelques degrez de l'horiſon ; mais comme l'atmoſphere de l'air, qui environne la terre, eſt depuis la

ſurface de la terre juſqu'à l'extremité de ſon tourbillon, d'autant plus ſubtil qu'il en eſt plus éloigné ; il n'y a guere moïen de déterminer la hauteur de cet atmoſphere : c'eſt-à-dire, à quelle diſtance de la terre il commence.



Art. LIII. Que l'endroit où une infinité de tres-petites refractions inſenſibles commencent à en faire une tant ſoit peu ſenſible, n'eſt peut-être guére plus éloigné de la terre, que n'eſt l'air groſſier qui cauſe les crepuſcules.

Cependant beaucoup de raiſons me font croire que l'endroit de l'atmoſphere, où une infinité de tres-petites refractions inſenſibles faites depuis ſon extremité, commencent à en faire une tant ſoit peu ſenſible, n'eſt guere éloigné de la terre ; & peut-être pas plus que n'eſt l'air groſſier qui cauſe les crepuſcules.

Art. LIV. Comment on peut determi-

Pour déterminer la hauteur de cet air groſſier, ſoit B D T la circonference de la terre, dont A eſt

ner la hauteur de cet air grossier.

le centre, soit E F X, &c. les circonferences de plusieurs atmosphe-res d'airs concen-triques à la terre, & d'autant plus gros-siers qu'ils en sont plus proches ; soit B G l'horison visi-ble ; soit H I P le corps du soleil dont L est le centre ; soit M N F, l'ombre de la terre ; & soit en-fin M T D, la partie de la terre illumi-née par le soleil, qui est, à cause de l'ex-cés du diametre du soleil, pardessus ce-lui de la terre, envi-ron de 180^{d} 28′, & par consequent sa moitié T D, c'est-à-dire, l'angle T A D de 90^{d} 14′.

ART. LV. Que le crepuscule cesse de paroître lorsque le soleil est sous l'horison environ de 20. degrez.

Or comme toute la lumiere qui fait le crepuscule cesse de paroître, lorsque le soleil est sous l'horison, en-viron de 20 degrez, plus ou moins, suivant la dif-ference

ference des climats où l'obſervation ſe fait, & ſuivant la difference des temps dans leſquels elle ſe fait, l'angle D A O ſera de 70ᵈ 14′; & par conſequent l'angle B A D de 19ᵈ 46′, parce que l'angle B A O eſt droit. Et comme un rayon de lumiere comme P X, aprés avoir rencontré la ſurface du premier atmoſphere de l'air groſſier, & paſſé une infinité de fois d'un air groſſier dans un autre qui l'eſt encore plus, aura ſouffert une infinité de tres-petites refractions inſenſibles, qui toutes enſemble auront fait un angle de refraction de 32′ 20″, avant que ce rayon ait pu toucher la ſurface de la terre au point C, qui eſt éloigné de 32′ 20″ du point D: car c'eſt ainſi que les Aſtronomes l'obſervent à Paris, lorſque l'aſtre eſt de 32′ 20″ ſous l'horiſon; l'on peut tirer A C, ce qui fera l'angle C A D de 32′ 20″, & l'angle B A C de 19ᵈ 13′ 40″.

Au reſte comme le rayon rompu X C, en paſſant enſuite une infinité de fois d'un air groſſier dans un autre qui l'eſt moins, ſouffre encore une infinité de tres-petites refractions inſenſibles, qui toutes enſemble font encore un angle de refraction de 32′ 20″; & que pour cauſer le crepuſcule en ſe reflechiſſant du dernier atmoſphere de l'air groſſier vers nos yeux au point B, il doit encore ſouffrir les mêmes refractions avant que d'y venir; l'on peut tirer les deux lignes BE, CE en ſorte que les deux angles EBG, ECG ſoient chacun pareillement de 32′ 20″.

Or comme le crepuſcule ſe termine au point G,

ou plûtôt à cauſe de ces deux dernieres refractions au point E, & que les 2 lignes BG, GC ſont égales, à cauſe qu'elles touchent toutes deux la circonference de la terre, & qu'elles concourent au point G, & par conſequent auſſi les deux lignes BE, EC, à cauſe que l'angle GBE eſt égal à l'angle GCE ; l'on peut du point G tirer la ligne GA qui coupera l'angle B A C de 19^d 13$'$ 40$''$ en deux également. Donc dans le triangle B A E où le côté AB eſt environ de 860 lieuës, dont les 15 font un degré d'un grand cercle de la terre, l'angle B A E de 9^d 36$'$ 50$''$; parce qu'il eſt la moitié de l'angle B A C, & l'angle A B E de 89^d 27$'$ 40$''$; parce qu'il s'en faut 32$'$ 20$''$ qu'il ne ſoit pas

N
B
R
C
D
F
S
A
O
M
X
T
G
E
I
P
H
L

un angle droit, l'on trouve facilement que le côté AE est environ de 870 $\frac{4}{5}$ lieuës, & que par consequent RE la difference qu'il y a entre AE & AR ou AB qui lui est égale, est environ de 10 $\frac{4}{5}$ lieuës.

Ces 10 $\frac{4}{5}$ lieuës sont donc la distance qu'il y a de la terre au dernier atmosphere de l'air grossier, qui est l'endroit où le crepuscule se termine.

ART. LVI. Que la hauteur de l'air grossier est environ de 10. $\frac{4}{5}$ lieuës d'Allemagne.

Lorsque le soleil est fort peu sur l'horison, & qu'il y a par consequent beaucoup de rayons qui peuvent parvenir jusqu'à nos yeux en B, l'air doit paroître teint de blanc, de jaune & de rouge, ce qu'on appelle aurore, & le rouge doit paroître toûjours immediatement couché sur l'horison, parce qu'il est causé par des raïons de lumiere, qui aïant beaucoup de force & de vitesse, souffrent peu de refraction.

ART. LVII. La cause de l'apparence de l'aurore.

Pour ce qui est des rayons bleûs & violets, qui ayant peu de force & de vitesse, doivent souffrir beaucoup de refraction, ils doivent paroître plus éloignez de l'horison ; mais ils ne peuvent être guéres visibles, à cause de leur foiblesse & de la couleur bleûë du ciel.

Au reste les rayons de lumiere, qui traversent l'air grossier en souffrant une infinité de tres-petites refractions insensibles, doivent s'assembler bien loin de la terre, comme s'ils venoient de passer au travers d'un grand verre objectif. Et comme ceux qui viennent du point P, qui est le bord superieur du soleil, doivent s'assembler bien en deçà du chemin de la lune, & ceux qui vien-

ART. LVIII. Pourquoi la Lune paroît éclairée, quoiqu'elle passe par le milieu de l'ombre de la terre.

nent du point H, qui eſt le bord inferieur, bien au delà de ce chemin, nous ne trouverons pas étrange, ſi nous voyons la lune un peu éclairée pendant qu'elle s'éclipſe, & qu'elle traverſe l'ombre de la terre, comme l'experience le fait voir.

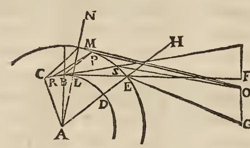
ART. LIX. Que l'on peut ſuppoſer qu'il y ait un air homogene, juſqu'à une certaine diſtance de la terre; que cet air faſſe un atmoſphere concentrique à la terre; & qu'il ſoit enveloppé d'un autre air plus ſubtil.

Quoique les rayons de lumiere, en paſſant une infinité de fois d'un air ſubtil dans un autre qui l'eſt un peu moins, ſouffrent avant que d'entrer dans nos yeux une infinité de tres-petites refractions inſenſibles, qui toutes enſemble font une refraction ſenſible; l'on peut, pour ſe débarraſſer de toutes ces refractions inſenſibles, ſuppoſer qu'il y ait un air homogéne juſqu'à une certaine diſtance de la terre; que cet air faſſe

un atmoſphere concentrique à la terre;& qu'il ſoit enveloppé d'un autre air plus ſubtil, en ſorte que les rayons de lumiere, qui partent de quelque aſtre qui eſt de 32′ 20″ ſous l'horiſon, faſſent tout d'un coup un angle de refraction de 32′ 20″, en paſſant de cet air ſubtil dans l'autre plus groſſier: car cela revient parfaitement au même que ſi cét angle ſe faiſoit par une infinité de tres-petites refractions inſenſibles, & par conſequent cela ne change en aucune maniere la nature & les proprietez de cette refraction.

ART. LX. Que ſi l'on donne une demie lieuë de hauteur à l'atmoſphere de l'air groſſier, la refraction eſt environ en raiſon de 99968 à 99941 comme l'experience l'apprend.

Cela étant ainſi, ſoit C B L la circonference de la terre, dont A eſt le centre, ſoit B F, l'horiſon viſible qui touche la terre en B; ſoit D E, la diſtance qu'il y a de la ſurface de la terre à la ſurface commune



de l'air ſubtil & de l'air groſſier, d'une demi-lieuë; & ſoit E G un rayon de lumiere, qui venant du bord inferieur de la lune lorſqu'il eſt de 32′ 20″ ſous l'horiſon, rencontre fort obliquement la ſurface de l'air groſſier E P M au point E, où l'horiſon viſible B F coupe cette ſurface, & s'y détourne, en ſorte qu'il y faſſe un angle de refraction de 32′ 20″, & qu'il raſe par conſequent l'horiſon viſible B F. Donc dans le triangle rectangle ABE, ou A B eſt de 860 lieuës & A E de 860 $\frac{1}{2}$ lieuës, on

trouve facilement que le côté BE eſt environ de 28 $\frac{1}{3}$ lieuës, l'angle BAE de $1^d\ 57'\ 20''$, & l'angle rompu BEA de $88^d\ 1'\ 40''$; doù il ſuit que l'angle d'incidence HEG eſt environ de $88^d\ 34'$. L'on peut donc conclure que la refraction que les rayons de lumiere ſouffrent en paſſant de l'air ſubtil dans l'air groſſier, dont nous avons ſuppoſé que MPE eſt la ſurface commune, eſt environ en raiſon de 99968 à 99941, ce qui s'accorde aſſez bien avec les obſervations exactes qui en ont été faites à l'Obſervatoire de Paris, comme on le peut voir dans la table ſuivante, où les refractions ou excés des hauteurs apparentes que les aſtres ont pardeſſus les veritables, ont été marquez à chaque degré de leur élevation.

TABLE DES REFRACTIONS

ou des excés des hauteurs apparentes pardeſſus les veritables.

Haut.	Refract.	Haut.	Refract.	Haut.	Refract.
0^d	$32'\ 20''$	9^d	$6'\ 4''$	18^d	$3'\ 0''$
1	27 56	10	5 28	19	2 49
2	21 4	11	5 58	20	2 39
3	16 6	12	5 32	21	2 31
4	12 48	13	4 12	22	2 25
5	10 32	14	3 54	23	2 18
6	8 55	15	3 36	24	2 12
7	7 44	16	3 24	25	2 6
8	6 47	17	3 11	26	2 0

Haut.	Refract.	Haut.	Refract.	Haut.	Refract.
27d	1′ 55″	49d	52″	71d	20″
28	1 51	50	50	72	19
29	1 46	51	49	73	18
30	1 42	52	47	74	17
31	1 38	53	45	75	16
32	1 34	54	43	76	15
33	1 30	55	41	77	14
34	1 27	56	40	78	13
35	1 23	57	38	79	12
36	1 20	58	37	80	11
37	1 18	59	35	81	10
38	1 15	60	34	82	9
39	1 12	61	33	83	8
40	1 10	62	31	84	7
41	1 7	63	30	85	6
42	1 5	64	28	86	5
43	1 3	65	27	87	4
44	1 1	66	26	88	3
45	0 59	67	25	89	2
46	58	68	24	90	1
47	56	69	22		
48	54	70	21		

ART. LXI. Que cette refraction ne peut pas faire paroître le diametre horisontal de la lune d'une seconde plus grand qu'il n'est.

L'on voit clairement ici que les rayons de lumiere, qui tombent sur la surface de l'air grossier avec un angle d'incidence d'environ seize minutes, ne peuvent pas seulement faire un angle de refraction d'une demi seconde. Et comme ceux qui viennent des extremitez du diametre horisontal de la lune,

tombent sur la surface de l'air grossier avec un angle qui est environ de seize minutes, pour se détourner parallelement à l'horison, dans le sens que je l'entens ici ; ce diametre ne peut pas seulement paroître aggrandi d'une seconde, ce qui doit être tout-à-fait imperceptible.

ART. LXII. Pourquoi les astres doivent paroître moins brillants à l'horison que lorsqu'ils en sont éloignez.

Et certes il ne servira de rien de dire, que les rayons de lumiere, qui partent de la lune lorsqu'elle est à l'horison, ont beaucoup plus d'air grossier à traverser que ceux qui en partent, lorsqu'elle est sur nôtre tête ; car c'est l'angle de leur inclinaison avec lequel ils passent de l'air subtil dans l'air grossier, qui détermine la quantité de l'angle de la refraction, & non pas la quantité de l'air grossier, qu'ils ont à parcourir, & qui ne peut faire autre chose qu'obscurcir la lune en interceptant quantité de rayons de lumiere qui en partent ; de même qu'il arrive lorsqu'on voit un objet au travers d'un verre bien épais.

ART. LXIII. Que la refraction dans l'air auroit une raison plus ou moins grande, suivant la difference hauteur de l'atmosphere de l'air grossier.

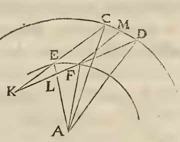
Si l'atmosphere de l'air grossier avoit une lieuë de hauteur, la refraction que les rayons de lumiere souffriroient en passant de l'air subtil dans l'air grossier, seroit environ en raison de 99926 à 99883 ; & s'il avoit un quart de lieuë de hauteur, cette refraction seroit environ en raison de 99989 à 99970, comme il est facile de le calculer.

ART. LXIV. La demonstration de deux lemmes qui sont necessaires pour faire voir que la re-

Maintenant pour faire voir ce qui doit arriver à l'égard du bord superieur de la lune, ou si l'on vouloit commencer par l'examen de son bord superieur, pour faire voir aprés ce qui devroit arriver

ver à son bord inferieur, il sera à propos d'inserer ici les deux lemmes qui suivent. fraction doit faire paroître le diametre vertical de la lune plus petit qu'il n'est.

Soit A le centre des deux cercles CMD, EF; & soit l'angle EAF égal à l'angle CAD. Si l'on tire du point C par le point E la ligne CK, & du point D, par le point F la ligne DK, qui concourt avec la droite CK au point K: Je dis que l'angle CKD sera égal à l'angle CAD, ou à l'angle EAF.

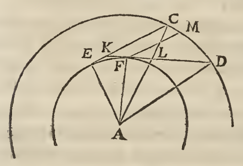


Demonstration. Parce que dans les deux triangles CEA, DFA, le côté AC est égal au côté AD, le côté EA égal au côté FA, & l'angle EAC égal à l'angle FAD; l'angle CEA sera égal à l'angle DFA. Or l'angle CEA est égal aux deux angles EKL, KLE du triangle EKL, & l'angle DFA égal aux deux angles FLA, LAF du triangle FLA. Donc parce que les deux angles CEA, DFA sont égaux, les deux angles EKL, ELK seront égaux aux deux angles FLA, LAF. Et comme les deux angles ELK, FLA sont égaux, les deux angles EKL, EAL seront aussi égaux; ce qu'il falloit démontrer. Si l'on tire du point F la droite EM parallele à la ligne KD, l'angle CEM sera égal à l'angle CKD.

Soit encore A le centre des deux cercles CMD, EF, & soit l'angle EAF egal à l'angle CAD. Si l'on tire du point C la ligne CE en sorte qu'elle touche le cercle EF au point E, & si l'on tire du point D *Voyez la figure suivante.*

la ligne DFK, en ſorte qu'elle touche le cercle EF au point F, & qu'elle concoure avec la ligne CE au point K: Je dis que l'angle CK D ſera égal à l'angle CAD, ou à l'angle EAF.

Demonſtration. Parce que dans les deux triangles CEA, DFA le côté AC eſt égal au côté AD, le côté EA égal au côté FA, & l'angle EAC égal à l'angle FAD; l'angle ECA ſera égal à l'angle FDA. Et comme l'angle CLD eſt égal aux deux angles KCL, CKL du triangle KCL, & pareillement égal aux deux angles LAD, LDA du triangle LAD; les deux angles KCL, CKL ſeront égaux aux deux angles LAD, LDA; & l'angle DKC égal à l'angle CAD, ou EAF; ce qu'il falloit démontrer.

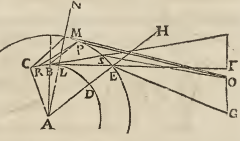


Si l'on tire du point F la droite FM parallele à la droite EC, l'angle MFD ſera égal à l'angle CKD.

ART. LXIV. Demonſtration qui fait voir que la refraction qui ſe fait dans l'air, doit faire paroître le diametre vertical de la lune plus petit qu'il n'eſt.

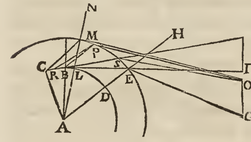
Soit à preſent tirée CA, en ſorte que l'angle CAB ſoit de 32 minutes, & ſoit tirée AM, en ſorte que l'angle MAH ſoit pareillement de 32 min. Or comme la lune a ſon diametre de 32 minutes, il eſt évident qu'un rayon de lumiere partant de ſon bord ſuperieur O, & tombant ſur la ſurface de l'air groſſier au point M éloigné du point E de 32 min. ſera ſon angle d'incidence N M O égal à l'angle d'incidence HEG; & qu'ainſi leurs angles

rompus BEA, CMA étant aussi égaux, le rayon rompu MC touchera la surface de la terre au point C, éloigné du point B où est l'œil du spectateur, de 32 min. Mais comme il faut pour voir le bord superieur de la lune au point B, qu'il y ait un rayon, qui partant de là, rencontre la surface de l'air grossier au des-



sous du point M, en sorte que son rayon rompu puisse aller directement au point B; soit tirée BP parallele à CM. Donc si BP étoit ce rayon rompu du rayon incident OP; il est évident qu'on verroit le diametre vertical de la lune sans aucun agrandissement, en le voyant sous l'angle EBP; puisque par nôtre deuxiéme lemme cet angle est égal à l'angle EAM qui est de 32 min. Mais comme le rayon incident OP en tombant sur la surface de l'air grossier au point P, fait un angle d'incidence plus petit que s'il tomboit au point M, & par consequent aussi un angle rompu plus petit; il est evident que B P, qui est parallele à CM, ne peut pas être le rayon rompu du rayon incident OP; mais que ce doit être par exemple un rayon comme PR, qui rencontre la surface de la terre entre les deux points B & C; & qu'il faut par consequent qu'il y ait un rayon incident comme O S, qui rencontre la surface de l'air grossier au point S, qui est au

deſſous du point P, afin qu'il puiſſe envoyer ſon rayon rompu SB au point B où eſt l'œil du ſpectateur. Cela étant, il eſt manifeſte que le diametre vertical de la lune doit paroître plus petit au point B que ſon diametre horiſontal, puiſqu'on le voit ſous l'angle EBS, qui eſt plus petit que l'angle EBP, qui étant de 32 minutes, nous le doit faire voir dans ſa vraïe grandeur.



ART. LXV. Que l'on fera voir dans un autre Chapitre pourquoi la lune doit paroître plus grande lorſqu'elle eſt á l'horiſon, que lorſqu'elle eſt au zenith.

Or cela eſt entierement conforme à ce que l'experience nous en apprend. Mais puiſque les refractions n'augmentent pas le diametre vertical de la lune; mais qu'au contraire elles le diminuent, comme nous venons de le voir; & qu'elles n'augmentent ſon diametre horiſontal qu'imperceptiblement, ſans alleguer que l'un & l'autre de ces diametres nous doivent paroître effectivement plus petits lorſqu'elle eſt à l'horiſon, que lorſqu'elle eſt au zenith, parcequ'elle eſt d'un demi-diametre de la terre plus éloignée de nous, lorſqu'elle eſt à l'horiſon que lorſqu'elle eſt au zenith; d'où vient donc me dira-t-on cette grandeur apparente de la lune, lorſqu'elle eſt à l'horiſon, & principalement dans un temps de broüillards. Je tâcherai d'en donner la raiſon dans le chapitre où je parlerai de la viſion.

CHAPITRE V.

Du Point Optique.

UN point en matiere d'Optique, n'eſt autre choſe qu'un corps grand ou petit, qui étant vû ſous un certain angle, n'étend ſon image ſur le fond de l'œil que ſur l'extremité d'un ſeul des filets dont le nerf optique eſt compoſé. Une armée toute entiere ne nous paroîtra donc que comme un point, ſi nous en ſommes aſſez éloignez pour qu'elle ne puiſſe étendre ſon image que ſur l'extrémité d'un ſeul de ces filets. Si nous en approchons davantage, un regiment nous pourra paroître comme un point; aprés, une compagnie de ſoldats; aprés, chaque ſoldat, & ainſi de ſuite; & même il ſe pourra faire qu'une étoile fixe ne nous paroiſſe que comme un point, quoi qu'elle ſoit des millions de fois plus grande que le ſoleil.

ART. I. Qu'un objet qui n'étend ſon image que ſur l'extremité d'un ſeul des filets du nerf optique, peut être appellé un point, quelque grandeur que cet objet puiſſe avoir.

Ceci étant bien conſideré, il ne ſera pas difficile de comprendre ce me ſemble, comment un nombre preſque infini de rayons, comme diſent les Opticiens, peuvent venir d'un ſeul & unique point de quelque objet: car ſi nous ſuppoſons qu'un objet veû ſous un angle d'une minute, ne nous paroît que comme un point, en n'étendant ſon image que ſur l'extremité d'un ſeul des filets du nerf optique; nous trouverons facilement par la trigonometrie, qu'un objet d'une ligne en quarré ne nous doit paroître que comme un point, ſi nous

ART. II. Que tous les rayons de lumiere qui tombent ſur un objet d'une ligne en quarré font un nombre de 5837478428, lorſqu'il eſt ſuffiſamment éclairé; mais qu'ils y occupent autant de place que s'il y en avoit 7429518000, qui y tom-

boient perpendiculairement.

en ſommes éloignez de 3438 lignes. Or ſi nous ſuppoſons que chaque point d'un objet ſuffiſamment éclairé n'envoye que 100 rayons à la prunelle; c'eſt-à-dire que 100 rayons de lumiere ſuffiſent pour faire aſſez d'impreſſion dans les eſprits animaux renfermez dans un filet du nerf optique, pour que l'ame puiſſe s'apercevoir bien clairement du point d'où ils partent; & ſi nous ſuppoſons que nôtre prunelle ait l'ouverture d'une ligne en quarré pour recevoir ces 100 rayons; il y en aura 5837478428 en tout qui tomberont ſur un objet d'une ligne en quarré, lorſqu'il eſt ſuffiſamment éclairé: car nous ſçavons par les demonſtrations d'Archimede, que la ſurface de la ſphere, dont le le demi - diametre eſt de 3438 lignes, contient 148590360 lignes quarrées, & par conſequent la ſurface de l'hemiſphere 74295180 de ces lignes. Et comme l'ouverture de la prunelle a été ſuppoſée être d'une ligne en quarré; il eſt evident que cette prunelle peut être placée en 74295180 endroits differens de l'hemiſphere, pour recevoir des rayons de lumiere qui partent de l'objet d'une ligne en quarré, qui eſt dans le centre de la ſphere, dont le diametre eſt de 6876 lignes.

Si cet objet envoyoit donc 100 rayons de lumiere vers la prunelle, non ſeulement lorſqu'elle lui eſt perpendiculairement oppoſée; mais auſſi en quelque endroit de l'hemiſphere qu'elle fuſt placée, l'on n'auroit qu'à multiplier les 74295180 lignes quarrées par 100 pour avoir tous les rayons

de lumiere qui tomberoient ſur un objet d'une ligne en quarré, & qui monteroient à une ſomme de 7429518000.

Mais comme un objet, qui n'envoie que 100 rayons vers la prunelle, lorſqu'elle lui eſt directement oppoſée, ne lui envoie à la même diſtance que 50 rayons, lorſqu'ils partent de cet objet avec un angle d'inclinaiſon de 30 degrez; qu'il ne lui envoie que dix rayons, lorſque l'angle d'inclinaiſon n'eſt que de 5ᵈ 45'; & qu'elle ne lui envoie qu'un ſeul rayon, lorſque l'angle d'inclinaiſon n'eſt que de 35 min. &c. c'eſt-à-dire, que la quantité de rayons qu'un objet envoie à la prunelle, eſt comme les ſinus de leurs angles d'inclinaiſon ſur cet objet: il n'y aura pas 7429518000 rayons qui tomberont ſur cet objet, & qui s'en reflechiront enſuite vers tout l'hemiſphere; mais un nombre de rayons qui ſera à ce nombre de 7429518000, comme la ſomme de tous les ſinus eſt à la ſomme des ſinus totaux. Or comme la ſomme des ſinus totaux eſt à la ſomme de tous les ſinus, comme 14 eſt à 11, l'on trouve facilement par une regle de trois, que le nombre de 5837478428 eſt celui de tous les rayons qui tombent ſur un objet d'une ligne en quarré, & que cet objet renvoie vers tout l'hemiſphere, dont il occupe le centre; mais qui à cauſe de leur inclinaiſon tiennent autant de place ſur cet objet, comme s'il y en avoit en effet 7429518000 qui y tombaſſent perpendiculairement.

ART. III. Que l'on peut dire que tous les rayons de lumiere qui tombent sur un objet d'une ligne en quarré, font un nombre de 11674956856. lorsqu'il est suffisamment éclairé.

Et comme les rayons de lumiere qui tombent sur quelque objet s'en reflechissent aprés, & qu'ils y occupent par consequent le double de la place, l'on peut dire, que le double de 5837478428 rayons: c'est-à-dire, 11674956856 rayons peuvent trouver assez de place sur un objet d'une ligne en quarré, sans s'y confondre & empêcher les uns les autres.

ART. IV. Qu'il n'est pas impossible qu'un nombre infiniment au de-là de 11674956856. puisse trouver assez de place sur un objet d'une ligne en quarré, & qu'il n'est par consequent pas difficile de comprendre, comment tous les rayons visuels, se peuvent croiser.

Il est vrai que l'imagination se perd à la vûë de l'étrange delicatesse qu'un rayon de lumiere doit avoir, si le nombre prodigieux que nous venons d'en trouver, peut avoir assez de place sur un objet d'une ligne en quarré, sans que ces rayons s'y confondent & s'y empêchent les uns les autres. Mais si nous ne voulons pas que nôtre esprit s'arrête avec nos yeux, & qu'il soit autant borné que nos sens & nôtre imagination; nous ne craindrons pas d'assurer, que non seulement cette quantité, mais un nombre pour ainsi dire, infiniment au de là, y pourroit trouver assez de place: & aprés cela il ne sera pas difficile de comprendre, comment il se peut faire que tous les rayons visuels, qui viennent de tous les endroits imaginables, se puissent croiser sans s'empêcher les uns les autres.

ART. V. Qu'un filet du nerf optique ne peut avoir gueres plus de largeur que la cinquiéme partie du diametre d'un fil d'araignée, & pas plus de grosseur que

Si l'on suppose à present que l'œil n'ait qu'un pouce de diametre, & que les rayons principaux qui viennent des extremitez de quelque objet d'une ligne de diametre, & éloigné de l'œil de 3438 lignes, passent par le centre de l'œil, & qu'ils rencontrent la retine dans le point où les rayons se réünissent, l'on trouvera que l'épaisseur d'un filet du nerf

du nerf optique ne ſera que la 573me partie d'une ligne, ou la 5me partie d'un fil d'araignée, ſuppoſé que ce fil ait ſa largeur environ égale à la 113me partie d'une ligne. Or ſi la largeur ; c'eſt-à-dire, le diametre d'un filet du nerf optique, n'a que la cinquiéme partie de la largeur d'un fil d'araignée, ſa groſſeur n'en ſera que la 25me partie, ce qui nous fait voir que les eſprits animaux contenus dans ces filets, doivent être d'une petiteſſe incomprehenſible. la trente-cinquiéme partie d'un fil de cet animal.

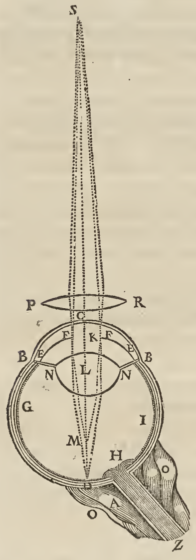
Il paroît manifeſtement de ce que nous venons de dire, que ſi l'interpoſition de beaucoup d'air groſſier entre l'objet & l'œil n'interceptoit pas quantité de rayons, chaque point d'un objet renverroit toûjours une quantité égale de lumiere vers nos yeux, ſoit qu'il en fuſt proche ou éloigné ; & qu'un même objet nous paroîtroit par conſequent également éclairé, à quelque diſtance qu'il en fuſt, pourveû neanmoins qu'il fuſt toûjours également éloigné du corps lumineux. ART. VI. Qu'un objet proche ou éloigné doit toûjours paroître également éclairé, pourvû qu'il ſoit toûjours également éclairé du corps lumineux.

CHAPITRE VI.

De l'Oeil.

SI l'on coupoit un œil par la moitié ; en ſorte que le plan de la ſection paſsât juſtement par le milieu de la prunelle, il paroîtroit à peu prés comme il eſt repreſenté dans cette figure. ABCB eſt une peau aſſez dure & épaiſſe, qui eſt comme un vaſe rond, dans lequel toutes les parties interieures ſont contenuës. DEF eſt une autre peau ART. I. Deſcription de l'œil.

plus déliée, qui eſt tenduë comme une tapiſſerie au dedans de la precedente. ZH eſt le nerf optique, composé d'un tres-grand nombre de petits filets,



dont les extremitez s'étendent en tout l'eſpace GHI, où ſe mêlant avec une infinité de veines & d'arteres, ils compoſent une troiſiéme peau ou membrane, qu'on appelle la retine, & qui couvre tout le fond de la ſeconde. K, L, M ſont trois ſortes d'humeurs ou glaires fort tranſparentes, qui rempliſſent tout l'eſpace contenu au dedans de ces peaux, & par le moyen deſquelles les rayons de lumiere qui partent de chaque point d'un objet, ſe réüniſſent ſur les extremitez d'autant de filets du nerf optique, ſans quoi la viſion ſeroit confuſe, à peu prés comme il arrive aux myopes & aux preſbites. L'experience nous montre que le criſtallin cauſe à peu prés la même refra-

ction que le verre ou le criſtal, & que les deux autres humeurs K & M la cauſent un peu moindre, environ comme l'eau commune.

La partie BCB de la premiere peau ABCB eſt tranſparente & un peu plus voûtée que le reſte BAB. La partie EFFE de la ſeconde peau DEFFE a au milieu un petit trou rond F F, qu'on nomme la prunelle. Ce trou n'eſt pas toûjours de même grandeur: & la partie EF de la peau où il eſt, nage librement dans l'humeur K qui eſt fort liquide, & qui à cauſe de cela a reçû le nom d'humeur aqueuſe. Cette partie ſemble être un petit muſcle qui peut s'étrecir & s'élargir à meſure que l'on regarde des objets plus ou moins proches, ou plus ou moins éclairez; ou qu'on les veut voir plus ou moins diſtinctement. La ſurface interieure de cette partie EF qui regarde le fond de l'œil, eſt toute noire, afin d'amortir les rayons qui pourroient reflechir de là vers la retine, & rendre la viſion confuſe.

EN, EN ſont pluſieurs petits filets noirs, qu'on nomme ligamens ciliaires. Ils entourent le criſtallin L; & naiſſant de la ſeconde peau, où la troiſiéme ſe termine, ils ſemblent n'être que de petits tendons, par le moyen deſquels cette humeur L devient plus plate ou plus convexe, & s'éloigne ou s'approche en même temps de la retine, ſelon que l'on regarde des objets proches ou éloignez.

Enfin OO ſont ſix ou ſept muſcles attachez à l'œil par dehors pour le mouvoir de tous côtez,

& peut-être aussi pour avancer ou pour reculer la retine, suivant que les objets sont proches ou éloignez.

ART. II. Ce qui arrive dans une chambre obscure.

Si l'on ferme une chambre, en sorte qu'il n'y puisse entrer de lumiere que par un seul trou rond, devant lequel on met un verre convexe ; l'on peut recevoir sur un linge blanc étendu dans cette chambre à une certaine distance du verre, les images des objets qui sont en dehors, à condition neanmoins que ce trou ne soit ni trop grand ni trop petit : car s'il est trop grand, ces images s'y representent avec clarté & vivacité ; mais fort confusément, parce que les rayons de lumiere qui partent de divers points d'un objet, ne se peuvent pas réünir sur le linge avec toute la précision necessaire ; & au contraire s'il est trop petit, elles y paroissent fort distinctes ; mais fort peu vives.

ART. III. Comparaison de l'œil à la chambre obscure.

Si nous comparons l'œil à cette chambre, nous pouvons dire que ce trou represente la prunelle ; ce verre convexe le cristallin, ou plûtôt toutes les parties de l'œil qui causent quelque refraction ; ce linge la peau interieure qui est formée par l'épanoüissement des filets du nerf optique ; & enfin que la main de celui qui changeroit de verre, suivant la differente distance des objets, represente les ligamens ciliaires, qui s'enflant comme autant de fibres musculeuses, applatissent en s'acourcissant, le cristallin qu'ils tiennent suspendu, & le reculent du fond de l'œil ; ou qui se desenflant y laissent retourner cette humeur, & lui laissent

en même temps reprendre ſa premiere convexité; & que la main de celui qui au deffaut de cela étendroit le linge à la diſtance requiſe du verre, repreſente les muſcles qui tirent le fond de l'œil en arriere, ou qui l'avancent ſuivant la differente diſtance des objets. Et je croi que ni l'humeur vitrée, & moins encore l'humeur aqueuſe, ſont capables d'empêcher conſiderablement ces actions des muſcles & des ligamens : car l'humeur vitrée étant d'une conſiſtance à peu prés comme de la gelée; ou bien d'une conſiſtance moyenne entre la gelée & la glaire d'œufs, doit facilement changer de figure, & s'accommoder à celle que l'on donne au corps où elle eſt enfermée, & l'autre étant d'une conſiſtance à peu prés comme de l'eau commune, doit encore plus facilement s'y accommoder, & ceder par tout.

ART. IV. Raiſon pourquoi l'on voit les objets proches & éloignez également diſtincts, & qu'il faut que le changement du criſtallin auſſi bien que celui de tout l'œil, y contribuë en même temps.

Il ſera à propos d'examiner en cet endroit, ſi les objets proches & ceux qui ſont éloignez, tracent leurs images également diſtinctes ſur la retine, à cauſe que le criſtallin l'arondit ou l'applatit, ſuivant la differente diſtance des objets; ou à cauſe qu'elle s'approche ou s'éloigne du fond de l'œil; ou à cauſe que les muſcles retirent le fond de l'œil en arriere ou l'avancent; ou bien à cauſe que tout cela y contribuë.

Voyez la figure precedente.

Soit S un objet éloigné de l'œil C de ſept ou de huit pouces, & dont les rayons qui en partent ſe réüniſſent ſur la retine au point D. Cela étant, ſi l'on interpoſoit un verre convexe comme P R en-

tre l'œil & l'objet ; il eſt évident que ces rayons ſe réüniroient avant que d'arriver à la retine, comme par exemple, en M ſi l'œil demeuroit toûjours dans le même état : c'eſt-à-dire, ſi la retine ou le criſtallin ne changeoient point de place, ou que cette humeur ne devenoit pas tant ſoit peu plus plate ; & que l'on ne verroit par conſequent cet objet que fort confuſément.

Il eſt encore évident que ſi les muſcles pouſſoient la retine juſqu'au point M, ou ſi au lieu de cela le criſtallin s'avançoit ſuffiſamment vers la retine, cet objet y repreſenteroit ſon image ſans confuſion, mais plus petite, & par conſequent auſſi moins parfaite : c'eſt-à-dire, qu'on n'en découvriroit pas ſi bien toutes les parties. Mais comme le contraire ſe trouve vrai par l'experience ; c'eſt-à-dire, qu'un objet paroît & plus grand & plus diſtinct par l'interpoſition d'un verre convexe entre l'œil & cet objet, il faut conclure de neceſſité, qu'alors le criſtallin ne s'éloigne pas ſeulement de la retine ; mais qu'il s'applatit encore en même temps, plus même que le verre n'a donné de convexité à l'œil.

ART. V. Ce qu'il faut faire lorſque l'objet eſt trop proche d'un œil trop plat, ou trop éloigné d'un œil trop voûté, pour être vû diſtinctement.

S'il arrive qu'un objet ſoit ſi proche de l'œil, que le criſtallin ne puiſſe pas être ſuffiſamment arrondi pour repreſenter l'image de cet objet ſur la retine, il faut avoir recours à l'art où la nature nous manque, & l'aider par l'interpoſition d'un verre convexe entre l'œil & l'objet. Mais ſi un objet eſt ſi éloigné d'un œil trop voûté, que le criſtallin ne puiſſe pas être ſuffiſamment applati pour

representer l'image de cet objet sur la retine, il faut encore avoir ici recours à l'art, & l'aider par l'interposition d'un verre concave entre l'œil & l'objet.

ART. VI. Pourquoi certaines personnes sont sujettes à être myopes, & d'autres à être presbytes.

Les gens de Lettres, & ceux qui s'accoûtument à regarder toutes choses de prés, sont ordinairement sujets à ce dernier deffaut; & le premier est presqu'une suite necessaire de la vieillesse, puisque les fibres des ligamens ciliaires aussi bien que toutes les autres parties du corps commençant alors à devenir inflexibles, & à se racourcir, applatissent le cristallin, & lui ôtent le moyen de pouvoir s'arrondir suffisamment.

CHAPITRE VII.

De la Vision.

ART. I. Explication de la maniere que se fait la vision.

JE dirai ici en peu de mots comment se fait la vision : c'est-à-dire, comment l'ame s'apperçoit des objets qui sont hors de nous, aprés qu'ils ont tracé leurs images sur la retine.

ART. II. Que les impressions que les objets font dans les membres exterieurs parviennent jusqu'à l'ame par l'entremise des nerfs, & que les Anatomistes trou-

Tout le monde sçait que les impressions que les objets font dans les membres exterieurs, parviennent jusqu'à l'ame par l'entremise des nerfs. Les Anatomistes trouvent trois choses dans ces nerfs, sçavoir les membranes qui les enveloppent, & qui prenant leur origine de celles qui enveloppent le cerveau, sont comme de petits tuyaux divisez en plusieurs branches qui se répandent par

vent trois choſes differentes dans ces nerfs.

tous les membres du corps, à peu prés comme les veines & les arteres; leur ſubſtance interieure qui n'eſt qu'une infinité de petits filets creux, qui s'étendent tout le long de ces tuyaux membraneux, depuis le cerveau où ils prennent leur origine, juſqu'aux extremitez des autres membres, où ils s'attachent; en ſorte que l'on peut s'imaginer en chacun de ces petits tuyaux une infinité de ces filets qui n'ont point de communication les uns avec les autres; & enfin les eſprits animaux, qui ſont les parties du ſang les plus ſubtiles, qui ſe ſeparent dans les glandes qui font la partie cendrée corticale ou exterieure du cerveau; & qui s'écoulent dans les muſcles par ces filets, qu'ils tiennent toûjours enflez & tendus; en ſorte que le mouvement qui s'imprime dans les eſprits animaux qui ſont à l'un des bouts de quelqu'un de ces filets, ſe puiſſe communiquer au même inſtant à ceux qui ſont à l'autre bout.

ART. III. Que les differens mouvemens que les objets qui ſont hors de nous communiquent aux eſprits animaux, excitent en nous toutes les qualitez ſenſibles.

Or comme il eſt manifeſte que les objets qui ſont hors de nous, n'agiſſent ſur ces filets, ou plûtôt ſur les eſprits animaux qui y ſont contenus, que par des mouvemens qu'ils tranſportent juſque dans le cerveau; l'on peut penſer qu'il n'y a que les differens mouvemens, que les objets qui ſont hors de nous, impriment dans les eſprits animaux, qui font avoir à l'ame le ſentiment de la lumiere, de la couleur, du ſon, de la chaleur, &c. & que ces apparences viennent de nous, & nous doivent être entierement attribuées.

ART. IV. Que les appa-

C'eſt donc ainſi que les apparences de la lumiere

miere & de la couleur, qui seules parmi toutes les qualitez que nous appercevons dans les objets, appartiennent au sens de la vûë, ne sont excitez en nous que par les differens mouvemens avec lesquels les rayons de lumiere agissent sur les esprits contenus dans les filets des nerfs optiques : c'est-à-dire, que la force de leur mouvement en general qu'ils impriment à ces esprits, nous fait avoir le sentiment de la lumiere, & la difference de cette force, celui de la couleur ou de la lumiere colorée.

rences de la lumiere & de la couleur sont excitées en nous par les differens mouvemens que les rayons de lumiere impriment dans les esprits animaux contenus dans les filets du nerf optique.

ART. V. Que l'ame ne sçauroit distinguer aucune partie d'un objet, qui ne trace son image que sur l'extremité d'un seul filet du nerf optique, ni distinguer la diversité de ses couleurs.

Comme nous avons supposé que chaque point d'un objet bien éclairé, n'envoie que cent rayons de lumiere vers la prunelle, qui se réünissant tous sur l'extrémité d'un seul des filets du nerf optique, communiquent leur mouvement aux esprits animaux contenus dans ce filet; il est manifeste, que puisque ces rayons ne sçauroient mouvoir ces esprits que d'une seule façon, l'ame ne sçauroit distinguer aucune des parties d'un seul point dans un objet; non plus qu'on ne sçauroit distinguer quelque chose d'un point ou d'une ligne tracée sur du papier, quoique plusieurs points & plusieurs lignes qui y sont mises çà & là, nous puissent faire voir des maisons, des villes, des batailles, & mille autres choses. Par consequent, quoiqu'un tel objet fût peint d'une infinité de couleurs toutes diverses, il ne pourroit paroître qu'avec une seule couleur; c'est-à-dire, avec celle qui proviendroit du mêlange de toutes celles dont il seroit peint.

ART. VI. Que les objets sont veûs plus ou moins distinctement suivant qu'ils étendent leurs images plus ou moins sur la retine

Nous pouvons donc conclure à present que plus l'image d'un même objet s'étend sur la retine, plus il doit être vû distinctement ; & que generalement tous les corps se doivent voir moins distinctement de loin que de prés.

ART. VII. Qu'il y a six qualitez que nous appercevons dans les objets de la vûë, outre la lumiere & la couleur, & comment on connoît la situation que les objets peuvent avoir à l'égard de nôtre corps.

Les qualitez que nous appercevons dans les objets de la vûë sont, outre la lumiere & la couleur, la situation, la distance, la grandeur, la figure, le mouvement & le repos. Et pour ce qui est de la situation que chaque partie d'un objet, ou divers objets, peuvent avoir à l'égard de nôtre corps, nous la connoissons par la situation des parties du cerveau, d'où les filets qui contiennent les esprits, ébranlez par ces objets, prennent leur origine.

ART. VIII. Raison pourquoi l'on voit les objets dans leur situation naturelle, quoiqu'ils represen-tent leurs images renversées sur la retine.

Et quoique les objets representent leurs images renversées sur la retine, & qu'elles soient ainsi transmises jusqu'au cerveau, ils ne doivent pas pour cela paroître renversez : car puisque l'ame sçait d'ailleurs, en quelle situation ces objets sont à l'égard de nôtre corps, & qu'elle juge enfin par habitude, & sans faire aucun raisonnement, qu'ils sont toûjours en une situation contraire à celle que leurs images ont sur la retine; ils doivent être vûs en leur vraie situation, quoique leur peinture en ait une toute contraire dans le fond de l'œil.

ART. IX. Que celui sur la retine duquel les objets auroient toûjours tracé leurs images dans la vraie

Il s'ensuit de ce que nous venons de dire, que si quelqu'un n'avoit jamais vû aucun objet qu'au travers d'une machine, qui fist en sorte que les objets imprimassent leurs images en leur vraie situation sur le fond de ses yeux, il les verroit tous dans

cette ſituation, & de même que nous les voyons; mais qu'il les verroit dans une ſituation toute contraire & renverſée, ſi l'on venoit à lui ôter cette machine de devant les yeux. Ceux qui ſe ſervent tres-ſouvent des lunettes qui renverſent les objets, éprouvent aſſez ce que je viens de dire.

ſituation, verroit ces objets renverſez, s'ils traçoient tout d'un coup leurs images renverſées ſur la retine.

Au reſte c'eſt par la même raiſon qu'un objet ne nous doit pas paroître double, quoiqu'il trace ſon image dans le fond de chacun de nos yeux: car nous ſommes accoûtumés à diriger toûjours nos yeux vers quelque objet, en telle ſorte que chacun de ſes points trace ſon image dans le fond de chaque œil ſur l'extremité d'un filet du nerf optique, qui dans chaque œil eſt dans le même ordre & également

ART. X. Raiſon pourquoi les objets ne nous doivent pas paroître doubles quoiqu'ils tracent leurs images dans le fond de chacun de nos yeux.

éloigné du filet qui eſt dans l'axe. Soit par exemple A ou D un point de quelque objet, éloigné des yeux B & C à une diſtance un peu raiſonnable; ſoient *a*, *6*, *c*, *d*, &c. & 1, 2, 3, 9, &c. les extremitez de pluſieurs filets des deux nerfs optiques, par l'épanoüiſſement deſquels l'une & l'autre retine eſt formée. Si ces deux yeux B & C ſont dirigez vers le point D, en ſorte qu'il trace ſon image dans l'œil B ſur l'extremité du filet *6*, qui eſt à une certaine diſtance du filet *a*, qui eſt dans l'axe; & qu'il en trace une autre dans l'œil C ſur l'extremité du filet 2, qui eſt à la même diſtance du filet 1, & qui eſt dans le même ordre; c'eſt-à-dire, que ſi ces deux filets *6* & 2 ſont du même côté de leurs axes *a* & *i*, & qu'ils en ſoient également éloignez, nous ne verrons pas cet objet double, puiſqu'en ce cas l'ame eſt accoûtumée de juger qu'il n'y a qu'un ſeul objet. Or ces filets *a* & 1, *6* & 2, *c* & 3, &c. peuvent être appellez filets ſemblables.

Voyez la figure precedente.

ART. XI. Raiſon pourquoi l'on voit les objets doubles lorſqu'on détourne les yeux.

Mais ſi l'on détourne les yeux en ſorte que chaque point d'un objet ne trace pas ſes deux images ſur deux filets ſemblables; il eſt aiſé de comprendre que nous devons voir deux objets, quoiqu'il n'y en ait qu'un ſeul hors de nous.

ART. XII. Raiſon pourquoi les loûches ne voient pas les objets doubles, quoiqu'ils aient les yeux détournez.

Il n'eſt pas moins aiſé de concevoir que les loûches ne doivent pourtant pas voir les objets doubles, quoique chaque point d'un objet ne trace pas ſes deux images ſur des filets ſemblables dans le fond de leurs yeux; & même qu'ils les devroient voir doubles, s'ils détournoient leurs yeux en ſor-

te que chaque point d'un objet traçât ses deux images sur des filets semblables.

Pour ce qui est de la distance des objets, la Nature nous a donné plusieurs moyens de la connoître, lorsqu'ils ne sont pas trop éloignez de nous. Nous la connoissons 1° par une geometrie naturelle; c'est-à-dire, par la connoissance que nous avons de la distance des deux yeux l'un de l'autre, & des deux angles avec lesquels ils sont plus ou moins inclinez vers les objets. 2° Par la figure de l'œil qui se change selon qu'un objet s'en éloigne ou s'en approche, duquel changement nôtre ame est avertie par les organes qui le font. 3° Par la comparaison de leur grandeur, si nous la connoissons, avec la grandeur des images qu'ils tracent sur la retine. 4° Par l'interposition de plusieurs objets dont nous connoissons déja à peu prés la distance. 5° Par la distinction, ou par la confusion de leur figure; & enfin par la force ou par la foiblesse de leur lumiere: c'est-à-dire, s'ils se voient le long de l'horison, où l'interposition de beaucoup d'air grossier rempli quelquefois de beaucoup de poussiere, empêche quantité de rayons de parvenir jusqu'à nos yeux: car autrement un objet fort éloigné, comme par exemple quelque planete, lorsqu'elle est vers le zenith, nous devroit paroître plus éclairée que si nous en étions bien proches. Et la raison de cela est aisée à concevoir: car son image occupe alors peu d'espace sur la retine, dont le reste n'est guéres ébranlé par les autres objets

ART. XIII. Comment on connoît la distance des objets.

qui sont autour ; & l'ame y porte par consequent toute son attention sans la partager, & juge pour cela cet objet beaucoup plus éclairé qu'il n'est.

ART. XIV. Fondement principal de l'art de peindre.

L'art de peindre & de representer divers objets sur un plan uni, consiste principalement à observer exactement presque tous ces moyens: car si l'on veut representer sur une surface plate des objets diversement éloignez, l'on a soin de peindre l'objet qu'on veut representer le plus proche, ou comme disent les Peintres, sur le devant du tableau, avec des couleurs les plus vives ; avec beaucoup de distinction; & avec des ombres bien fortes; & de peindre au contraire celui que l'on veut representer dans l'éloignement, avec peu de distinction ; avec des couleurs moins vives; & avec des ombres moins fortes ; ou, pour me servir des termes des Peintres, avec des couleurs & des ombres plus tendres.

ART. XV. Comment l'imagination nous trompe dans le jugement qu'elle porte de la distance.

Et c'est en ceci que l'imagination nous trompe, comme quand nous voyons de loin une montagne exposée au soleil, au de-là d'une allée fort sombre : car alors nous la jugeons bien plus proche de nous qu'elle n'est ; ou de même que lors que nous voyons la lune beaucoup éclairée, au milieu d'un ciel sombre & noir, comme il arrive ordinairement lorsqu'elle est au meridien : car alors nous la jugeons fort peu éloignée de nous ; au lieu qu'elle nous paroît beaucoup éloignée, quand nous la voyons prés de l'horison, au travers de beaucoup d'air grossier & de broüillards, & avec peu de lumiere & de distinction au milieu d'un ciel bien

éclairé, quoiqu'elle ſoit toûjours à peu prés également éloignée de nous.

Et ceci nous fera peut-être comprendre que pour juger la lune plus éloignée de nous, lorſqu'elle eſt à l'horiſon, que lorſqu'elle eſt vers le meridien, il ne ſera nullement neceſſaire d'avoir recours à l'interpoſition des objets terreſtres, ou à la figure elliptique du ciel; puiſqu'on ſe peut cacher & le ciel & la terre, ſans faire pourtant changer la diſtance apparente de cet aſtre, quoique je convienne volontiers que l'interpoſition de la campagne, & la figure elliptique du ciel, y pourroient faire quelque choſe, & peut-être autant que ce que je dis en être la cauſe.

ART. XIV. Ce qui contribuë le plus à juger la lune plus éloignée de nous qu'elle n'eſt, lorſqu'elle eſt à l'horiſon.

A l'égard de la grandeur des objets, nous la connoiſſons par les images qu'ils tracent ſur la retine, comparées au jugement que nous portons de leur diſtance. Cela eſt aſſez manifeſte, par tout ce que l'experience continuelle nous en apprend : car quoique deux objets d'une grandeur & d'une diſtance inégale, tracent deux images égales ſur la retine; nous ne laiſſons pourtant pas de juger aſſez bien de leur vraie grandeur, pourvû que nous jugions aſſez bien de leur vraie diſtance, par l'aide de quelqu'un des moyens dont j'ay parlé plus haut, & non pas par la connoiſſance que nous en pouvons avoir d'ailleurs, ce qu'il faut bien obſerver. Par conſequent, ſi nous ſommes trompez dans le jugement que nous faiſons de la diſtance d'un objet par le ſecours de quelqu'un de ces moyens, il faut de ne-

ART. XVII. Comment on connoiſt la grandeur des objets.

ceſſité que cet objet nous paroiſſe d'autant plus grand que nous le jugeons plus éloigné de nous.

ART. XVIII. Pourquoi nous voyons la lune plus grande à l'horiſon que vers le meridien.

Et comme nous avons vû que nous jugeons la lune plus éloignée de nous, lorſqu'elle eſt à l'horiſon, que lorſqu'elle eſt vers le meridien; il s'enſuivra que nous ne la verrons pas toûjours de la même grandeur, quoiquelle ſoit toûjours à peu prés à la même diſtance de nous, & que nous la verrons plus ou moins grande, ſuivant qu'elle ſera plus ou moins élevée ſur l'horiſon.

ART. XIX. Comment on connoît la figure le mouvement, & le repos des objets.

Au reſte, pour ce qui eſt de la figure, du mouvement, & du repos des objets, je ne crois pas qu'il ſoit difficile de comprendre, aprés ce que je viens de dire, comment nous en pourrons avoir la connoiſſance : car on juge de la figure de quelque objet par la connoiſſance, ou par l'opinion que l'on a de la ſituation de ſes diverſes parties; & l'on juge de ſon mouvement ou de ſon repos, par le mouvement ou par le repos de ſon image ſur la retine, par rapport au mouvement ou au repos du globe de l'œil: car quoiqu'en tournant l'œil ou la tête, les images des objets changent de place ſur la retine, & en ébranlent par conſequent ſucceſſivement quelque autre partie; ces mêmes objets ne laiſſeront pas pour cela de paroître en repos, puiſque l'ame inſtruite du changement qui arrive à l'œil ou à la tête, reconnoiſt que le changement de ces images ſur la retine provient du mouvement de l'œil, ou de la tête, & non pas de quelque changement qui arrive à ces objets.

Aprés

Aprés que les objets qui ſont hors de nous ont tracé leurs images ſur les extremitez des filets des nerfs optiques, de la maniere que nous venons de le dire ; & que l'ame eſt avertie de leur preſence par quelque mouvement ou cours des eſprits animaux contenus dans ces filets ; elle trace par un ſemblable mouvement d'eſprits animaux, quelques veſtiges ou marques dans le cerveau, qui lui repreſentent dans la ſuite comme en autant de tableaux, par un nouveau mouvement des eſprits, ces objets alors abſens, comme s'ils étoient en quelque façon preſens : ce qu'on appelle imagination.

ART. XX. Comment l'ame s'aperçoit des objets preſens, & ce que c'eſt que l'imagination.

Je dis, comme s'ils étoient en quelque façon preſens : car les mouvemens des eſprits animaux, excitez par les veſtiges ou traces dans le cerveau, ne peuvent pas être à beaucoup prés ſi forts que ceux qui ſont excitez par les objets mêmes; & l'ame imagine par conſequent, & juge bien que ce qu'elle imagine n'eſt point au dehors ; mais au dedans du cerveau : c'eſt-à-dire, qu'elle apperçoit des objets comme abſens ; à moins que l'imagination ne ſoit extremement échauffée, comme il arrive quelquefois dans les perſonnes qui ont les eſprits animaux fort agitez par des jeûnes, par des veilles, par une fiévre chaude, &c. & qu'ainſi les mouvemens des eſprits animaux excitez par les traces du cerveau, deviennent par conſequent preſque auſſi forts que ceux qui pourroient être excitez par des objets preſens.

ART. XXI. Que les eſprits animaux ne ſont pas ſi fortement émûs dans l'imagination, qu'ils le ſont par la preſence des objets, à moins que l'imagination ne ſoit extremement échauffée.

Si les eſprits animaux ſont pouſſez par l'ame à

ART. XXII. Ce que c'eſt

que l'imagination active, & ce que c'est que l'imagination passive

ces traces, & qu'elle s'en apperçoive par le moyen de ces esprits, comme un aveugle s'apperçoit de la difference des objets par le moyen de son bâton; c'est une imagination qu'on peut appeller active; c'est-à-dire, une imagination qui dépend du commandement de l'ame; au lieu qu'elle est passive, si ces esprits sont portez de ces traces à l'ame.

ART. XXIII. Pourquoi l'on rencontre dans les hommes tant de differens caracteres d'esprits.

Il est aisé de voir à present que la faculté d'imaginer ne dépend, de la part du corps, que des esprits animaux, & de la disposition des fibres du cerveau sur lesquelles ils agissent. Or comme ces esprits peuvent être en grande ou en petite quantité, peu ou beaucoup agitez, grossiers ou delicats; & que les fibres du cerveau sur lesquelles l'ame trace pour ainsi dire les images des objets, par le moyen de ces esprits, à peu prés comme un graveur trace avec un burin diverses figures sur le cuivre, peuvent aussi être grossieres ou delicates, souples ou roides, &c. nous ne serons nullement surpris que l'on rencontre dans les hommes tant de differens caracteres d'esprits.

ART. XXIV. Pourquoi les hommes surpassent infiniment les bêtes par leur sçavoir, & pourquoi ce sçavoir est si tardif dans les hommes.

Et si nous faisons outre cela reflexion sur l'étenduë du cerveau qui se trouve dans les hommes, comparée à celle qui se trouve dans les bêtes; nous ne serons pas non plus surpris qu'il y ait une si grande difference entre le sçavoir des uns & des autres, & que la plûpart des bêtes sçachent en tres-peu de temps tout ce qu'elles doivent sçavoir; au lieu que l'homme, qui par son sçavoir les surpasse infiniment, ne sçait qu'aprés une longue suite

d'années tout ce qu'il peut ſçavoir. Le cerveau de l'homme eſt comme le Palais magnifique d'un puiſſant Roy, & celui d'une bête n'eſt que comme la petite cabane d'un pauvre berger: il faut pluſieurs années pour bien meubler l'un; & l'autre peut être meublée en moins d'une heure de temps; mais auſſi la difference eſt immenſe lorſque l'un & l'autre ſont achevez d'être meublez.

CHAPITRE VIII.

De la maniere de travailler les verres de lunettes.

LA bonté des grands verres de lunettes dépend principalement de la bonté de la matiere dont on les fait; mais il eſt ſi difficile d'en trouver qui ait la bonté requiſe, que de plus de deux cens grandes plaques de verre que j'ai fait polir avec beaucoup de ſoin, je n'en ai jamais pû trouver que deux raiſonnablement bonnes & cinq paſſables.

ART. I. Que la bonté des grands verres de lunettes dépend principalement de la matiere dont on les fait; mais qu'il eſt difficile d'en trouver qui ſoit bonne.

Les points, les larmes, les filets, les tables, & les fibres, ſans parler d'autres deffauts moins conſiderables, y ſont un obſtacle continuel; & dés que l'on trouve une plaque de verre exempte de ces deffauts, on peut, pour ainſi dire, s'aſſurer en même temps d'en faire un excellent verre de lunette, par la maniere dont je m'en ſers.

ART. II. Les deffauts qui ſe rencontrent dans la matiere.

Pour ce qui eſt des points, ils viennent ordinairement de ce que la matiere qui ſort toute rouge du fourneau, eſt expoſée trop promptement à l'air froid, qui en reſſerre la ſurface, & qui l'endurcit

ART. III. Ce que c'eſt que les points dans le verre.

pendant que le dedans eſt encore liquide: car comme cette matiere occupe alors plus d'eſpace qu'il ne lui en faut, & qu'elle ne pourra occuper lorſqu'elle ſera froide; elle ſe trouve obligée en ſe refroidiſſant de s'accommoder à ſa ſurface endurcie, & de laiſſer de petits eſpaces vuides qui ne peuvent être remplis que d'une matiere fort ſubtile. Et pour peu que l'on faſſe reflexion ſur la maniere dont ces points ou eſpaces vuides ſe forment, on connoîtra facilement qu'ils pourront être accompagnez de petits canaux inviſibles, qui ſortant de ces points comme autant de rayons, s'étreciſſent peu à peu, juſqu'à ce qu'ils ſe perdent tout à-fait, ou qu'ils trouvent à ſe communiquer avec d'autres.

ART. IV. Que la recuiſſon du verre ſert á en ôter les points & les canaux inviſibles.

On remedie un peu à ces points par la recuiſſon de la matiere; mais comme elle ne la rend pas aſſez liquide pour en ôter les points un peu conſiderables, c'eſt beaucoup ſi elle en peut ôter les inviſibles, auſſi-bien que les canaux dont nous venons de parler, qui auroient donné occaſion à l'air en s'y introduiſant, de fendre le verre juſqu'à l'endroit, où il auroit trouvé une trop grande reſiſtance.

ART. V. Qu'un air plus ſubtil que celui que nous reſpirons, eſt celui qui fend quelquefois le verre.

On pourroit douter ſi l'air groſſier, c'eſt-à-dire, celui que nous reſpirons, eſt la veritable cauſe de cet effet, ou ſi c'eſt une eſpece d'air plus ſubtil.

Mais lorſque je conſidere avec quelle violence l'air, ſoit groſſier ſoit ſubtil, y agit, & principale-

ment en ce qu'on appelle larmes de verre, qu'il brise en moins de rien en une infinité de pieces, en s'y introduisant par le canal invisible de sa queuë cassée ; & lorsque je considere en même temps que l'experience nous apprend, qu'il faut un temps bien considerable à l'air grossier pour rentrer par une ouverture assez visible dans un balon, dont il auroit été tiré par la machine pneumatique ; il me semble qu'il ne reste plus aucun lieu de douter que ce ne soit un air subtil qui fait un effet si surprenant.

ART. VI. Qu'il n'y a pas dequoi s'étonner qu'une larme de verre dont on casse la queuë, se brise dans un balon vuide d'air grossier, & qu'elle s'y brise avec plus de violence que dans l'air libre.

Nous ne serons donc pas surpris de voir qu'une larme de verre enfermée dans un balon, dont on a tiré l'air par la machine pneumatique, s'y brise avec plus de violence en la cassant par sa queuë, que quand on la casse dans l'air libre & grossier ; car les pores qui sont à la surface de cette larme ayant été fort rétressis par l'eau froide, où les ouvriers les jettent en les travaillant, ces pores, dis-je, refusent le passage à l'air subtil introduit dans le balon par ses propres pores élargis par la recuisson. Deplus l'air grossier peut encore soûtenir les parois de la larme, & empêcher outre cela la libre entrée de l'air subtil par l'ouverture de sa queuë cassée ; au lieu que dans le vuide, l'air subtil trouve toutes les dispositions necessaires pour y entrer avec facilité, & sans en être empêché par l'air grossier.

ART. VII. Pourquoi les points font

Tout le mal que les points peuvent faire aux verres de lunettes, c'est de détourner les rayons plus

du mal aux verres de lunettes.

ou moins du foyer, ſuivant qu'ils y entrent plus ou moins obliquement, & par conſequent de faire en ſorte que l'aſtre qu'on obſerve, ſe repreſente moins lumineux, & avec un peu moins de diſtinction que s'il n'y en avoit point, & qu'il ſe repreſente ſur un fond lumineux, au lieu qu'il devroit être repreſenté ſur un fond obſcur.

ART VIII. Comment on les peut éviter.

Je les ai entierement évitez en laiſſant une bonne quantité de matiere dans un fourneau, qui étoit prés d'un mois à s'éteindre, & avant que d'avoir perdu toute ſa chaleur; car j'en ai tiré un cube de verre de plus d'un pied, qui n'avoit pas ſeulement la moindre apparence de points.

ART. IX. Ce que c'eſt que les larmes dans le verre, & le mal qu'elles font aux grands verres de lunettes.

La couronne du fourneau, qui ſe vitrifiant par la violence du feu, découle goute à goute dans les pots qui contiennent la matiere, eſt la ſource ordinaire des larmes. Elles font à peu prés le même mal que les points aux verres de lunettes: car comme elles ſont ordinairement d'une matiere plus dure que celle où elles ſe trouvent, les rayons qui les traverſent ne doivent pas ſouffrir la même refraction que ceux qui ne les traverſent pas, & ſe doivent par conſequent détourner à peu prés comme ceux qui traverſent les points.

ART. X. Qu'elles y font plus de mal que les points

Les larmes ſont pourtant plus dangereuſes que les points, en ce que les rayons qui les traverſent, ne s'éloignant pas du foyer du verre auſſi conſiderablement que la plûpart des rayons qui traverſent les points, y troublent beaucoup plus l'image de l'objet, & font une confuſion bien plus grande,

que s'ils s'en éloignoient confiderablement.

On peut conclure de-là qu'elles font d'autant plus dangereufes, qu'elles s'approchent plus de la nature de la matiere où elles fe trouvent, à moins qu'elles ne s'en approchent d'extrémement prés.

ART. XI. Quand elles y font le plus de mal.

Les filets font une fuite des larmes, qui en tombant, & en paffant au travers de la matiere liquide qui eft dans les pots, s'éfilent & traînent derriere elles des queuës ou des filets. Ils font paroître l'aftre avec une traînée de lumiere, ou une efpece de queuë de côté & d'autre, dont chacun pourra facilement comprendre la raifon par ce que nous venons de dire du deffaut des larmes & des points.

ART. XII. Ce que c'eft que les filets dans le verre, & le mal qu'ils font aux grands verres de lunettes.

Les tables viennent de ce que les ouvriers font accoûtumez de lever une glace : c'eft-à-dire de prendre dans les pots au bout de leurs cannes de la matiere pour une glace, à quatre ou cinq reprifes ou plus, felon qu'elle eft grande, & de rouler chaque levée fur une table de marbre froide, & quelquefois pleine de cendres & de pouffiere.

ART. XIII. Ce que c'eft que les tables dans le verre.

Il n'y a rien de fi facile que de les éviter, auffi bien qu'une efpece de fibres qui les accompagnent ordinairement, pourvû qu'on ne demande pas des plaques de verre d'une grandeur exceffive ; on n'a qu'à ordonner à l'ouvrier qui les fait, de ne les lever qu'à deux fois : car on pourra aprés en les ufant avec du grais ou avec du gros fable, en ôter la premiere levée qui fera peu de chofe, & ne fe fervir que de la feconde qui pourra être affez épaiffe pour ce qu'on en voudra faire.

ART. XIV. La maniere d'éviter les tables & les fibres qui les accompagnent.

ART. XV. Que les fibres sont le deffaut le plus considerable de tous ceux qui se trouvent dans le verre

Les fibres sont le deffaut le plus considerable & le plus dangereux que puissent avoir les verres de lunettes; & je suis tres-persuadé, qu'on auroit de la peine à trouver une seule plaque de verre un peu grande & un peu épaisse, qui en fût entierement exempte.

ART. XVI. Qu'il y a plusieurs sortes de fibres dans le verre.

Je croiois dans le commencement qu'il n'y en avoit point d'autres que celles, qui, comme j'ai déja dit, accompagnent ordinairement les tables, & qui s'étant trouvées sur la surface de la premiere levée, avoient été trop endurcies par l'air froid qui les avoit environnées, pour avoir pû être renduës liquides par une seconde levée, à un point requis pour faire un même corps avec elle, & en être entierement effacées. Je fus pourtant bien trompé, lorsqu'ayant ôté la premiere levée d'une plaque de verre, qui n'avoit été levée qu'à deux reprises, on en voïoit encore d'autres dans la seconde; & je ne pûs alors attribuer l'origine de celles-ci, qu'à la maniere dont les ouvriers prennent la matiere au bout de leurs cannes en les tortillant continuellement, afin d'en pouvoir lever une assez grande quantité à la fois. Mais mon étonnement fut bien grand, lorsque j'en vis dans une plaque que j'avois fait scier du milieu du cube de verre, dont j'ai parlé plus haut, & qu'ainsi il me falloit encore chercher l'origine de celles-ci.

ART. XVII. Composition du verre qui sert aux miroirs & aux

On sçait assez que le verre qui est le plus propre pour faire des lunettes, & dont on se sert ordinairement pour faire des miroirs, n'est composé que de

de ſable, de ſoude, de magneſe, & de zaffar, auſquels on ajoûte quelquefois du borax pour avancer la fuſion, ce qu'il fait parfaitement bien. L'on ſçait auſſi que le zaffar n'y ſert que pour en ôter la couleur trop jaune, & la magneſe pour en ôter la couleur trop verte, & pour faire boüillonner la matiere dans les pots; que la ſoude n'eſt proprement qu'un fondant du ſable; & que le verre doit par conſequent avoir plus ou moins de dureté, à meſure qu'il en eſt plus ou moins chargé. Et comme il n'y a que le feu le plus violent qui ſoit capable de mêler ces ingrediens ſi bien & ſi étroitement enſemble, qu'ils ne prédominent pas plus en un endroit de la matiere qu'en l'autre; nous ne ſerons pas ſurpris qu'il y ait aſſez ſouvent des parties qui ont plus ou moins de dureté les unes que les autres, pour être plus ou moins meſlez avec le fondant, & dont chacune ſe conſervant autant qu'il eſt poſſible en ſon entier, s'étend en fibres ou en filets ſemblables à ceux que l'on remarque lorſqu'on vient de faire un mêlange de vin & d'eau.

lunettes, & ce que c'eſt que les fibres.

Et pour ce qui eſt des parties de la matiere qui ont trop de dureté pour s'étendre en fibres ou en filets, nous ne ſerons pas ſurpris ſi elles ſe repreſentent à nos yeux en forme de larmes.

ART. XVIII. L'origine d'une certaine eſpece de larmes.

Je ne crois pas qu'il ſoit neceſſaire de faire voir ici le mal que ces fibres peuvent faire aux grands verres de lunettes, puiſque la choſe eſt trop ſenſible à quiconque y fait la moindre reflexion. Il ſuffira de faire remarquer que les fibres inviſibles,

ART. XIX. Qu'il n'eſt pas neceſſaire de faire voir le mal que les fibres peuvent faire aux grands verres

de lunettes, & qu'il y en a de plus dangereuses les unes que les autres.

& celles qui approchent le plus de la nature du reste de la matiere, y doivent être les plus dangereuses, par la même raison que nous avons apportée en parlant des larmes; & il suffira d'avertir ici les ouvriers, que ce sera peine perduë de recommencer le travail d'un verre de lunette, qui n'aura pas réüssi dés la premiere fois, supposé qu'il ait été travaillé avec toutes les précautions necessaires: car il sera sans doute rempli d'une infinité de fibres & de filets invisibles, quoi qu'à la vûë il paroisse le plus beau du monde.

ART. XX. Qu'il est inutile de recommencer le travail d'un verre de lunette, qui n'a pas réüssi dés la premiere fois, & pour quelle raison.

Il m'est arrivé d'avoir recommencé le travail des verres de lunettes jusqu'à sept ou huit fois de suite, sans en avoir été guéres plus content la derniere fois que la premiere. Ils faisoient toûjours également mal, sans devenir ni pires, ni sensiblement meilleurs. Et pour m'assurer davantage, & être pleinement convaincu que c'étoit la matiere, plûtôt que la maniere de travailler, qui me faisoit manquer ou réüssir; j'ai eû assez de patience, & j'ai pû me resoudre à travailler des verres de lunettes plusieurs fois de suite, quoiqu'ils fussent tres-bons dés la premiere fois; & j'ai eû le contentement de trouver, qu'ils gardoient toûjours à peu prés le même degré de perfection, sans presque changer en rien. Ainsi il ne me restoit plus aucun lieu de douter de l'excellence de la maniere dont je me servois, & dont je ferai ici la description avec toutes les circonstances necessaires.

ART. XXI. Comment il

Je commence par le choix d'une plaque de ver-

re la plus parfaite & la plus transparente qu'il m'est possible de trouver : je la prends d'une grandeur convenable, afin de pouvoir donner assez d'ouverture au verre de lunette que j'ai dessein d'en faire : j'ai soin qu'elle ait autant d'épaisseur qu'il lui en faut, pour qu'elle ne plie pas dans le travail, & qu'elle n'obéïsse pas à la main qui la conduit ; & enfin je fais en sorte, que ses bords soient d'égale épaisseur par tout, ce qui se connoît facilement par le moyen d'un simple compas recourbé.

faut travailler les grands verres de lunettes

ART. XXII. Comment il faut s'y prendre pour avoir les verres de lunettes d'un foyer determiné.

Je prens aprés cela deux plaques de verre des plus épaisses que je puis trouver, & dont chacune n'excede guéres de plus d'un tiers la premiere : je les arrête avec quelque mastic sur une table de pierre, ou de quelqu'autre matiere qui ne soit pas trop sujette aux changemens du temps ; & en y travaillant alors avec du gros sable un verre d'un petit diametre, je les creuse à peu prés autant qu'il faut pour qu'elles me servent de deux bassins pour y travailler mon verre du foyer que je souhaite : ensuite j'adoucis tant soit peu l'un de ces deux côtez dans l'un des bassins, & l'autre côté dans l'autre bassin, & je frote ensuite ces deux côtez à sec & de toutes mes forces, jusqu'à ce qu'ils soient assez luisans, & en état de laisser passer autant de rayons qu'il faut, pour reconnoître les objets au travers ; & ajoûtant alors un verre dont le foyer m'est exactement connu, ce qui me donne un nouveau foyer, & moindre que celui qui m'étoit connu, je dis par une regle de trois : comme la

difference qu'il y a entre le foyer du verre que je connois, & celui que je trouve aprés avoir joint les deux verres ensemble, est au foyer du verre qui m'étoit connu ; ainsi est celui des deux verres joints ensemble, au foyer du verre éclairci que je cherche.

Si je m'aperçois qu'il est plus long ou plus court que je ne le desire, je continuë de creuser ou de redresser ces deux bassins, jusqu'à ce que je me trouve à peu près au point desiré.

ART. XXIII. Comment il faut adoucir les verres de lunettes.

Alors rejettant toute sorte de machines comme autant d'inventions nuisibles au travail des lunettes, même les molettes, qui dirigeant la main de telle sorte, que les bords du verre se travaillent plus que son milieu, le font dévier de la figure spherique ; & ne mettant dessus que la main doucement, & seulement autant qu'il faut pour le conduire ; je l'adoucis premierement avec du sable fin, & aprés avec de l'émeri, avec lequel je continuë toûjours le travail, jusqu'à ce qu'il soit reduit en une poudre tres-blanche & impalpable, & que le verre soit parvenu en un tel état, que quoiqu'il ait sept ou huit pouces de diametre, il puisse en moins d'une heure ou deux être parfaitement bien poli.

ART. XXIV. Comment il les faut polir.

Or pour bien polir ce verre l'on cole dans le bassin, une feüille de papier fin & un peu ferme, le plus également qu'il est possible, & on la couvre avec de la poussiere du meilleur tripoli, aprés l'avoir renduë avec une pierre de ponce d'égale épaisseur par tout, & de la même figure du bassin.

Voila en quoi consiste tout le secret de faire de grands verres de lunettes, sans que je sçache en avoir obmis quoique ce soit, si ce n'est quelque minutie, que cette matiere pourroit avoir de commun avec toutes les autres, & que l'on apprendra beaucoup mieux par un peu d'experience & d'habitude, que par tout ce que j'en pourrois dire ici.

ART. XXV. Qu'on a obmis quelques minuties que cette maniere a de commun avec toutes les autres.

Et je doute fort que l'on puisse trouver une maniere, par laquelle on réüssisse mieux ni plus facilement dans le travail des grands verres de lunettes d'une figure spherique, qui par beaucoup de raisons est preferable à l'elliptique & à l'hyperbolique, & à d'autres figures semblables qui pourroient seulement dans un seul ordre des lignes, & qu'on suppose par consequent partir d'un seul point, satisfaire à l'effet que les Dioptriciens en attendent.

ART. XXVI. Qu'il n'y a guéres moyen de trouver une maniere par laquelle on réüssisse mieux dans le travail des grands verres de lunettes que celle que je viens d'enseigner.

Pour ce qui est des oculaires, ils ne se doivent pas travailler autrement que les grands verres de lunettes, sinon qu'il sera à propos de les user dans des formes de cuivre, ou de quelqu'autre métail, puisque ces formes sont moins sujettes à changer de figure que celles de verres.

ART. XXVII. Comment il faut travailler les oculaires.

Si les molettes & toutes sortes de machines sont nuisibles au travail des grands verres de lunettes, elles ne le sont guéres moins au travail des oculaires, quoiqu'on puisse s'en servir avec fruit pour les user promptement & en peu de temps. Mais au lieu de molettes, qui doivent nuire d'autant plus qu'elles sont élevées en hauteur sur le verre, l'on y peut

ART. XXVIII Que les molettes & toutes sortes de machines, nuisent aussi bien dans le travail des oculaires, que dans le travail des grands verres de lunettes.

mettre en les adouciſſant & en les poliſſant, une petite goute de cire d'Eſpagne ou de maſtic, afin que le doigt ne ſoit pas ſujet à gliſſer deſſus pendant le travail.

ART. XXIX. Comment il faut travailler les petites lentilles.

Les verres que l'on appelle ordinairement lentilles, ſe doivent encore travailler de même ; mais comme nos doigts ſont trop groſſiers pour manier des choſes ſi delicates (car on en peut faire qui n'ont guéres plus d'une quatriéme partie de ligne de foyer) il faut de neceſſité ſe ſervir ici de molettes; & l'on peut outre cela ſoûtenir ces verres à côté par d'autres, ou par l'équivalent, ou les travailler d'une portion de ſphere un peu grande, ce qui doit être bien obſervé ici; comme auſſi que les formes dans leſquelles on les travaille, ne doivent être guéres moins d'une demi-ſphere.

ART. XXX. Comment il les faut polir.

Pour les polir, on pourra prendre une feüille de papier & la reduire par le moyen d'un peu d'eau en une pâte, à laquelle on pourra facilement imprimer la même figure du baſſin, dans lequel le verre aura été adouci, & lorſque cette nouvelle forme de papier ſera ſeche, la couvrir, ou plûtôt la remplir de poudre de tripoli. On les pourroit encore polir dans une forme de bois, dans laquelle ces verres ſe poliſſent merveilleuſement bien, avec un peu de pottée d'étain moüillée.

ART. XXXI. Comment il faut faire les lentilles qui ont leur foïer, au deſſous d'une qua-

Si l'on deſire des lentilles qui ayent le foyer au deſſous de la quatriéme partie d'une ligne, il ſera plus à propos de les fondre à la chandelle ſur la pointe d'une éguille, que de les travailler de la ma-

niere que je viens de l'enſeigner: car lorſqu'elles auront été fonduës avec un peu de précaution & d'adreſſe, elles ſeront tout auſſi bonnes, & quelquefois meilleures, que celles qui auront été travaillées avec beaucoup de ſoin & de peine.

triéme partie de ligne.

ART XXXII. Que les deffauts du verre nuiſent autrement aux oculaires & aux lentilles, qu'ils nuiſent aux grands verres de lunettes.

Si les deffauts qui ſe rencontrent dans la matiere, & dont nous avons parlé plus haut, ſont nuiſibles aux grands verres de lunettes, ils ne le ſont guéres moins aux oculaires & aux lentilles; mais avec cette différence, que ceux qui nuiſent le plus aux uns, nuiſent le moins aux autres, dont chacun verra aſſez facilement la raiſon.

AR. XXXIII. Qu'il importe beaucoup que les ouvrages ſoient bien polis.

Il ne reſte à preſent que de recommander aux ouvriers, d'avoir ſoin d'adoucir parfaitement bien les verres, afin qu'ils puiſſent être parfaitement bien polis, & aplanis en ſorte que pour ainſi dire aucun petit trou de tous ceux que l'émeri fin y auroit pû former n'y ſoit laiſſé: car chaque petit trou laiſſant paſſer autant de rayons que ſi cet endroit étoit parfaitement uni, doit faire le même effet qu'un point, & détourner à peu prés de même les rayons qui y paſſent.

CHAPITRE IX.

De la maniere de ſe bien ſervir des verres de lunettes.

ART. I. Qu'il y a deux choſes qui empêchent les rayons

S'IL étoit poſſible de trouver une figure, qui eût la proprieté de réünir preciſément tous les rayons, qui partent de divers points de quelque ob-

paralleles de ſe réünir exactement dans un point.

jet, en autant d'autres points, & s'il n'y avoit pas aprés cela une proprieté dans la refraction, qui empêchât le parfait concours des rayons, comme nous l'avons déja fait remarquer plus haut; l'on pourroit, pour ainſi dire, donner aux verres de lunettes telle ouverture qu'il plairoit, & l'on auroit heureuſement trouvé le ſecret, de faire autant, & même plus d'effet, avec une lunette de peu de pieds de longueur, que l'on fait preſentement avec la plus grande.

ART. II. Qu'il n'y a pas moyen d'éviter l'une de ces deux choſes ſeparement.

Mais bien loin de pouvoir trouver le moyen de ſatisfaire à ces deux conditions enſemble, il eſt impoſſible de ſatisfaire à l'une des deux ſeparément; de maniere que nous ſommes encore bien loin de la perfection, que pluſieurs grands hommes, raiſonnant ſur de faux principes, ont depuis longtemps cherchée inutilement dans les lunettes d'aproche.

ART. III. Que la figure ſpherique y ſatisfait mieux que toute autre que l'imagination ſe pourroit former.

Et comme la figure ſpherique ſatisfait encore mieux à la premiere condition, qu'aucune autre que l'imagination ſe puiſſe former; & qu'outre cela l'art, n'allant pas aſſez loin, ne nous permet pas de travailler des verres de lunettes de quelqu'autre figure, dans la juſteſſe requiſe; je ne parlerai que de celle-là, negligeant même quelques minuties, que l'on peut negliger ſans une erreur ſenſible. Et afin que ce Chapitre ſoit plus complet, je ferai premierement voir ce qui doit arriver aux rayons, lorſqu'ils tombent ſur une ſurface ſpherique qui les reflechit.

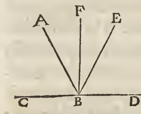
POUR

POUR LA REFLEXION.

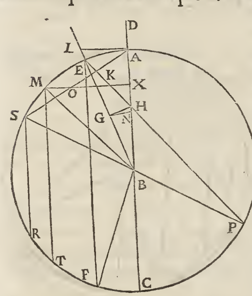
Premiere propoſition. Etant donné un rayon qui tombe avec une certaine obliquité ſur une ſurface plate, trouver ſon rayon reflechi.

ART. IV. Les démonſtrations de quelques propoſitions touchant la reflexion.

Soit AB le rayon incident, ſoit CD la ſurface plate, & ſoit du point d'incidence B tirée BE, en ſorte que l'angle EBD ſoit égal à l'angle ABC ; ou ſoit du point d'incidence B tirée la perpendiculaire BF & la ligne BE, en ſorte que l'angle FBE ſoit égal à l'angle ABF ; BE ſera le rayon reflechi du rayon incident AB.



Ceci eſt manifeſte par ce que nous avons dit de la reflexion dans le quatriéme chapitre.

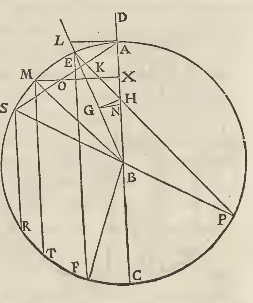


Seconde propoſition. Etant donné un rayon qui tombe ſur une ſurface ſpherique concave ou convexe, parallele à l'axe, trouver ſon rayon reflechi.

Soit EF le raïon incident parallele à l'AC; & ſoit du point d'incidence E, & par l'axe AC tirée la corde EP éga-

le à la corde FE, je dis que EP ſera le rayon reflechi du rayon incident FE.

Demonſtration. Soient du centre B tirez les trois demi-diametres BE, BF, & BP. Donc parce que les deux triangles iſoſceles EBF,EBP ſont égaux, l'angle BEP ſera égal à l'angle FEB, & par conſequent EP ſera le rayon reflechi du rayon incident FE. Cette propoſition ſe peut encore démontrer d'une autre maniere : car ſoit FE le rayon incident parallele à l'axe AC ; ſoit tiré du centre B le demi-diametre BE & diviſé en deux également au point G ; du point G ſoit tirée GH perpendiculaire au demi-diametre BE ; & du point d'incidence E ſoit tirée par le point H, où la perpendiculaire GH coupe l'axe, la droite EH. Je dis que EH ſera le rayon reflechi du rayon incident FE.



Demonſtration. L'angle FEB eſt égal à l'angle ABE ; & comme l'angle ABE eſt égal à l'angle BEH, l'angle BEH ſera auſſi égal à l'angle FEB ; & par conſequent EH ſera le rayon reflechi du rayon incident FE.

Il s'ensuit 1° que EH est égale à HB.

2° Que le point N où le demi-diametre AB est coupé en deux également, est le terme au dessous duquel, par rapport au centre, aucun rayon reflechi d'un rayon incident parallele à l'axe, ne peut couper l'axe; car la droite BH ne peut jamais être plus petite que le quart du diametre GB.

3° Que le raïon reflechi du raïon incident qui est parallele à l'axe, & qui suit immediatement le rayon qui fait l'axe, ou qui est dans l'axe, coupe ce rayon pour ainsi dire, au quart du diametre N : car dans la rigueur geometrique, il est évident qu'aucun rayon n'y peut venir que celui qui est dans l'axe.

4° Que FE est à BE comme BE est à EH ou à HB: car les deux triangles FEB, BEH sont semblables.

5° Que BH sera la secante de l'angle GBH, ou de l'angle d'incidence FEB qui lui est égal, si l'on suppose que GB soit sinus total, & que NH sera la difference de cette secante au sinus total GB.

6° Si l'on tire la tangente AL. Donc parce que les deux triangles HGB, ALB sont semblables, GB sera à HB comme AB, à BL; & par consequent BL sera le double de HB, & LE le double de HN.

7° Si un rayon comme TM tombe sur le cercle à 45^{d} éloigné du sommet A, le rayon reflechi coupera l'axe AC à angles droits : car l'angle BMX est égal à l'angle MBX qui a été supposé être de 45^{d}, & par consequent l'angle MXB est droit.

8° Si un rayon comme RS tombe sur le cercle à 60^{d} éloigné du sommet A, le rayon reflechi passera

Voyez la figure precedente. par ce ſommet : car ſi l'angle SBA eſt de 60^d, l'angle ASB le doit être auſſi, & par conſequent auſſi l'angle SAB. Donc AB ſera égale à BS, ou à SA, & le rayon reflechi SA coupera l'axe au ſommet A.

Troiſiéme propoſition. L'angle qui ſe fait par deux rayons reflechis qui ſe croiſent, eſt le double de celui qui eſt au centre.

Soient SA, MX les deux rayons reflechis qui ſe croiſent au point O. Je dis que l'angle SOM eſt le double de l'angle SBM qui eſt au centre.

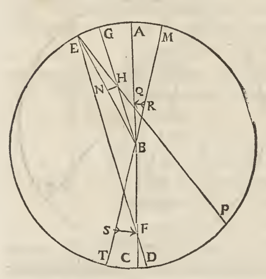
Demonſtration. L'angle DAS eſt égal aux deux angles AOX, AXO, ou aux deux angles égaux ASB, ABS ; & comme l'angle AXO eſt égal aux deux angles égaux XMB, XBM, qui ſont chacun plus petits que les angles ASB, ABS de la quantité de l'angle SBM ; l'angle AOX ou MOS ſera le double de l'angle SBM.

Il ſenſuit que les rayons reflechis ſe croiſent plûtôt que de venir à l'axe ; & il s'enſuit qu'ils ſe croiſent d'autant plus proche de l'axe, & qu'ils coupent l'axe en des points qui ſont d'autant plus proches l'un de l'autre, que leurs rayons incidens ſont plus proches de l'axe, quoique les points de leurs incidens ſoient toûjours à la même diſtance l'un de l'autre.

Quatriéme propoſition. Etant donné un rayon qui tombe ſur une ſurface ſpherique concave, & qui n'eſt pas parallele à l'axe, touver ſon rayon reflechi.

Soit EF le rayon incident ; & ſoit du point d'incidence E tirée la corde EP égale à la corde ED : c'eſt-à-dire au rayon EF prolongé juſqu'à la cir-

conference du cercle en D, je dis que EP ſera le rayon reflechi du rayon incident EF. Ou bien ſoit EF le rayon incident; ſoit du centre B tiré le demi-diametre BG parallele au rayon incident FE; ſoit du même centre B tiré le demi-diametre BE, & diviſé en deux également au point N; du point N ſoit tirée NH perpendiculaire au demi-diametre BE; & du point d'incidence E ſoit tirée par le point H, où la perpendiculaire NH coupe le demi-diametre BG, la droite EP qui coupe l'axe au point Q. Je dis que EQ ſera le rayon reflechi du rayon incident FE.



Les démonſtrations de cette propoſition ne ſont pas autres que celles qui ont été apportées pour les rayons paralleles à l'axe.

Il s'enſuit, outre pluſieurs choſes que nous venons de remarquer touchant les rayons incidens paralleles à l'axe :

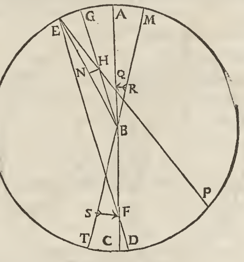
1° Que FE eſt à FQ, comme HB eſt à BQ.

2° Que FE eſt à FB, comme EQ eſt à BQ; & que par conſequent, ſi l'on diviſe le demi-diametre AB au point Q; en ſorte que AF ſoit à FB, comme AQ

eſt à QB, le point Q ſera le terme ou la borne, au deſſous duquel, par rapport au centre, aucun rayon reflechi ne coupera l'axe.

3° Que ſi les rayons partoient du point C, qui eſt à l'extremité du diametre AC, le terme ou la borne, au deſſous duquel, par rapport au centre, aucun rayon reflechi ne couperoit l'axe, ſeroit éloigné du centre B d'un tiers du demi-diametre.

4° Que ſi un de ces rayons, qui partiroient du point C, rencontroit le cercle dans un point éloigné de 90^d du ſommet A, ſon rayon reflechi couperoit l'axe par ce ſommet.



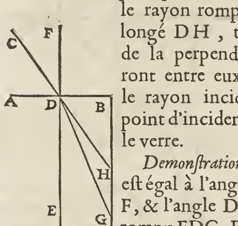
5° S'il y avoit un point comme S d'où les rayons partoient vers le même cercle; la droite TM tirée par ce point S & par le centre B, ſeroit un nouvel axe; & par conſequent ſi le point S étoit éloigné du centre B, autant que le point F en eſt éloigné, & ſi FS étoit quelque objet, ſon image QR ſeroit repreſentée à l'autre côté du centre B, & éloigné de ce centre, en ſorte que AF ſeroit à BF, comme AQ à QB, & MS à BS, comme MR à RB, &c. Il

s'ensuit que si cet objet étoit dans le centre du cercle, il y toucheroit son image; & que si cet objet alloit au delà de ce centre vers le sommet A, son image viendroit en deçà de ce centre, &c.

POUR LA REFRACTION.

Premiere proposition. Si un rayon oblique CD, tombe sur une surface plate AB, qui fait la separation de deux corps diaphanes de differente espece; le rayon rompu DG, & le prolongé DH, tous deux bornez de la perpendiculaire BG, seront entre eux comme 3 à 2, si le rayon incident CD passe au point d'incidence D, de l'air dans le verre.

ART. V. Les demonstrations de quelques propositions touchant la refraction.

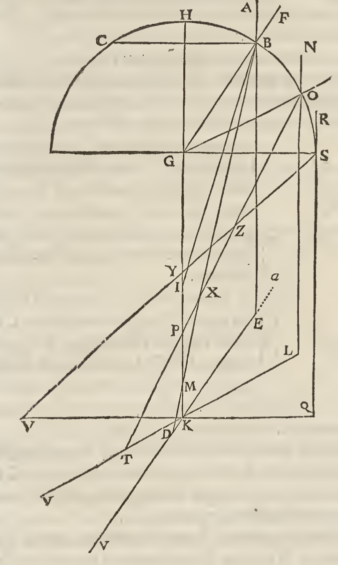


Demonstration. L'angle DHB est égal à l'angle d'incidence CDF, & l'angle DGH égal à l'angle rompu EDG. Donc GD est à DH comme le sinus de l'angle d'incidence est au sinus de l'angle rompu: c'est-à-dire comme 3 à 2.

Si DG étoit le rayon incident, & qu'il passât du point d'incidence D, du verre dans l'air, CD seroit son rayon rompu, & le prolongé DH seroit à ce rayon incident, comme 2 à 3.

Seconde proposition. Etant donné un rayon qui tombe sur la surface spherique d'un verre, parallele à l'axe, trouver geometriquement son rayon rompu.

Soit G le centre de la convexité; soit AB le rayon



incident parallele à l'axe, & prolongé jusqu'en E, en sorte que BE soit égal au diametre de la convexité;

xité; du centre G ſoit tiré le demi-diametre GB, & du point E la ligne EV parallele à ce demi-diametre; & ſoit enfin tirée du point d'incidence B la droite BD, en ſorte qu'elle ſoit à BE comme 3 à 2, & bornée de la même perpendiculaire EV; je dis que BD ſera le rayon rompu du rayon incident AB.

Demonſtration. L'angle aEB eſt égal à l'angle d'incidence ABF, & l'angle BDE égal à l'angle rompu GBD. Donc BD eſt à BE comme le ſinus de l'angle d'incidence eſt au ſinus de l'angle rompu. Or BD eſt à BE comme 3 à 2: & partant BD eſt le rayon rompu du rayon incident AB.

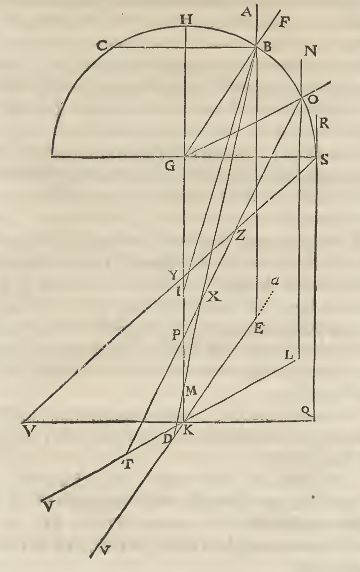
Il s'enſuit que ſi le demi-diametre GB étoit mobile ſur le centre G, la ligne BE mobile ſur les points B & E, la ligne VE mobile ſur le point K, & enfin la ligne BD mobile ſur le point B, en ſorte qu'elle pût gliſſer le long de la ligne EV, l'on pourroit trouver pour ainſi dire tout d'une veûë, tous les rayons rompus de tous les rayons incidens paralleles à l'axe.

Il s'enſuit encore 1°, que l'angle rompu fait les $\frac{2}{3}$ de l'angle d'incidence, lorſque ce dernier angle eſt fort petit.

2° Que BE eſt à BD comme MK eſt à MD, & MG à MB; que GM eſt à MK comme BM eſt à MD; que BG eſt à BM comme ED eſt à BD, &c. car les trois triangles DBE, MGB, MKD ſont ſemblables.

3° Que le point K, que l'on peut appeller le foyer abſolu, eſt le terme ou la borne au deſſous

duquel par rapport au centre, aucun rayon rompu



ne coupera l'axe : car B E & E K sont toutes deux ensemble égales à BD ou à HK, dont chacun vaut

par consequent trois demi-diametres.

Il s'ensuit aussi, que si deux rayons AB, NO, dont le premier est plus proche de l'axe que le second, tombent paralleles à l'axe sur la convexité, le rayon rompu BD coupera l'axe HK plus loin du centre G que le rayon rompu OT ne coupera cet axe, & par consequent que les rayons rompus se couperont avant que de parvenir jusqu'à l'axe.

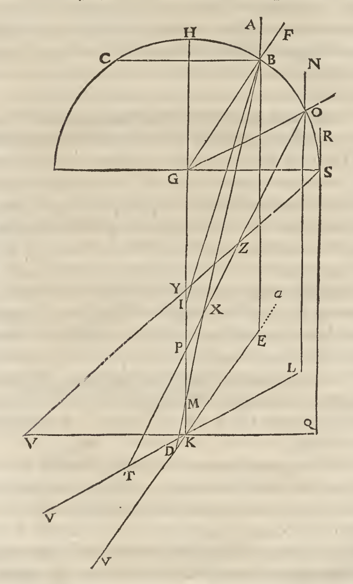
Il s'ensuit de plus que si trois rayons AB, NO, RS y tomboient paralleles à l'axe sur trois points B, O, S, qui seroient à égale distance l'un de l'autre, les rayons rompus BD, OT qui viendroient des deux rayons incidens les plus proches de l'axe, couperoient l'axe en deux points qui seroient plus proches l'un de l'autre, que les deux points par lesquels passeroient les deux rayons rompus OT, SV.

Il s'ensuit aussi que si l'on suppose, que le demi-diametre soit 100000, le point Y qui sera le terme ou la borne, au dessus duquel par rapport au centre, aucun rayon rompu ne coupera l'axe, sera de $\frac{89436}{100000}$ de ces parties, éloigné du centre G : car dans le triangle rectangle GYS, où GY est à SY comme 2 est à 3, l'angle GSY est de $41^d\ 48'\frac{1}{2}$, & partant GY $\frac{89436}{100000}$.

L'on pourra calculer avec la même facilité la distance du centre G au point, où le rayon rompu d'un rayon incident quelconque parallele à l'axe, doit couper cet axe. Car si par exemple l'angle d'incidence ABF, ou l'angle HGB qui lui est égal, est de dix degrez, l'angle GBM sera de $6^d\ 39'$, parce

que GM eſt à BM comme 2 à 3 ; & partant l'angle GMB de $3^d 21'$, & GM 198114 ; & ainſi des autres.

Troiſiéme propoſition. Si le rayon rompu BM, au lieu

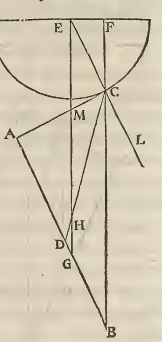


de continuer sa route depuis le point B au travers du verre, rencontroit la surface plate de l'air B C sans traverser quelque épaisseur de verre sensible; je dis que B I tirée du point B égale à GM & bornée de l'axe HK, seroit le rayon rompu du rayon incident AB, ou pour mieux dire du rayon incident BM.

Demonstration. BM est le rayon incident sur la surface plate B C, & prolongé jusqu'en M. Or B M est à MG comme 3 est à 2; & par consequent si l'on tiroit BI égale à GM, & ensorte qu'elle fust bornée de la même perpendiculaire HK dont BM est borné, BI seroit le rayon rompu du rayon incident AB.

Quatriéme proposition.

Etant donné un verre plan convexe, dont le côté plat est tourné vers l'objet; trouver geometriquement le rayon rompu d'un rayon incident parallele à l'axe.

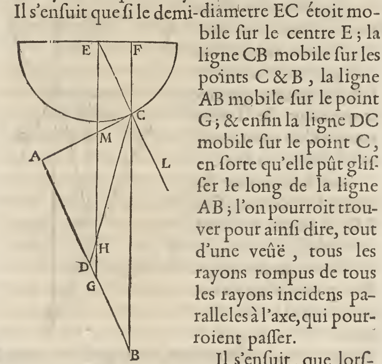


Soit E le centre du verre plan convexe; soit F C le rayon incident parallele à l'axe E G, & indefiniment prolongé. Du point d'incidence C soit tiré le demi-diametre E C, & par le point G qui soit dans l'axe, & éloigné du centre E de trois demi-diametres, soit tirée la droite AB pa-

rallele à ce demi-diametre ; & soit enfin tirée du point d'incidence C la droite C D bornée de la perpendiculaire AB, aussi bien que C B, & en sorte que CB, qui vaut trois demi-diametres soit à CD comme 3 est à 2 ; je dis que C D sera le rayon rompu du rayon incident F C.

Demonstration. L'angle A B C est égal à l'angle d'incidence E C F, & l'angle A D C égal à l'angle rompu DCL. Donc DC est à BC comme le sinus de l'angle d'incidence est au sinus de l'angle rompu. Or DC est à C B comme 2 est à 3, & partant DC est le rayon rompu du rayon incident F E.

Il s'ensuit que si le demi-diametre EC étoit mobile sur le centre E ; la ligne CB mobile sur les points C & B, la ligne AB mobile sur le point G ; & enfin la ligne DC mobile sur le point C, en sorte qu'elle pût glisser le long de la ligne AB ; l'on pourroit trouver pour ainsi dire, tout d'une veûë, tous les rayons rompus de tous les rayons incidens paralleles à l'axe, qui pourroient passer.



Il s'ensuit, que lorsque l'angle d'incidence est fort petit, cet angle fait

les $\frac{2}{3}$ de l'angle rompu, & par consequent l'angle de refraction le $\frac{1}{3}$ de cet angle rompu, & la moitié de l'angle d'incidence.

Il s'ensuit encore, que BC est à CD, comme HG est à HD, & HE à HC; que HE est à HG comme HC est à HD; que EC est à EH comme B D est à BC, &c. car les trois triangles BCD, DHG, ECH sont semblables.

Il s'ensuit aussi que le point G, que l'on peut appeller le foyer absolu, est le terme ou la borne, au dessous duquel, par rapport au centre, aucun rayon rompu ne coupera l'axe : car CB moins G B, plus EC : c'est-à-dire, CD plus EC sont égales à EG; & par consequent le foyer absolu G est toûjours éloigné du centre E de trois demi-diametres.

Il s'ensuit de plus, que si deux rayons paralleles à l'axe, tombent sur un verre plan convexe, dont le côté plat est tourné vers l'objet, le rayon rompu qui vient du rayon incident le plus proche de l'axe, coupera cet axe plus loin du centre E, que ne fera le rayon rompu qui vient du rayon incident le plus éloigné de l'axe, & par consequent que les rayons rompus se couperont avant que de venir à l'axe.

Il s'ensuit encore, que si quatre rayons paralleles à l'axe, tombent sur un verre plan-convexe, dont le côté plat est tourné vers l'objet, les deux rayons rompus qui viennent des deux rayons incidens les plus proches de l'axe, couperont cet axe en des points qui seront plus proches l'un de l'autre, que ne feront les rayons rompus qui viennent des deux

rayons incidens les plus éloignez de l'axe, quoique les deux premiers rayons incidens tombent ſur deux points de la convexité, qui ne ſont pas plus éloignez l'un de l'autre, que les deux autres qui ſont dans la même convexité, & ſur leſquels tombent les deux derniers rayons incidens.

Il s'enſuit encore que quand l'angle d'incidence eſt de $41^d\ 48'\frac{1}{2}$, le rayon rompu coupera l'axe au point M, qui ſera éloigné du verre de $\frac{34158}{100000}$: c'eſt-à-dire, de l'excés que la ſecante de cet angle aura pardeſſus un ſinus total de 100000, ſuppoſé que le demi-diametre E C ſoit de 100000 : car dans le triangle E C M, où l'angle M E C eſt de $41^d\ 48'\ \frac{1}{2}$, & E M à M C comme 3 à 2, parce que le triangle ECM eſt ſemblable au triangle A C B, l'angle E C M doit être droit, & par conſequent E M la ſecante de l'angle M E C dont le ſinus total E C a été ſuppoſé être de 100000.

Il s'enſuit enfin, que le point M eſt le terme ou la borne au deſſus duquel par rapport au centre E, aucun rayon rompu ne coupera l'axe, & que le rayon rompu qui paſſe par ce point, eſt le dernier qui pourra ſortir du verre, &c.

Cinquiéme propoſition. Etant donné un verre plan convexe, dont la convexité eſt tournée vers l'objet, les rayons paralleles à l'axe ſe réüniſſent au foyer abſolu, qui eſt éloigné de ce verre d'un diametre moins $\frac{2}{3}$ de ſon épaiſſeur.

Soit E le centre de la convexité du verre plan-convexe CDB ; D le ſommet ; DP l'épaiſſeur ; F le foyer

foyer absolu de la convexité CDB, si elle étoit seule; RH le rayon rompu par la surface plate, & partant H le foyer absolu; Je dis que HP vaut un diametre moins $\frac{2}{3}$ de l'épaisseur DP.

Demonstration. RF est à RH, comme 3 est à 2; or comme RF est sensiblement égale à FP, & RH à PH; PF est aussi à PH, comme 3 à 2; mais PF est égale à trois demi-diametres moins PD; donc HP est égale à un diametre moins $\frac{2}{3}$ DP.

Il s'ensuit que le foyer absolu d'un verre plan convexe, en est toûjours plus éloigné, quand le côté plat est tourné vers l'objet, que quand le côté convexe y est tourné, & que cette difference monte à $\frac{2}{3}$ de l'épaisseur de ce verre.

Il s'ensuit encore que le concours des rayons rompus se fait bien plus parfaitement, lorsque le côté convexe est tourné vers l'objet pour en recevoir des rayons paralleles à l'axe, que lorsque le côté plat y est tourné; & partant il semble, que l'on devroit preferer les verres planconvexes aux convexes des deux côtez, & avoir un tres-grand soin de tourner leurs côtez convexes vers l'objet. Cependant comme il est constant par une infinité d'experiences, que les verres planconvexes, font parfaitement le même effet, sans qu'on y puisse appercevoir la moindre differen-

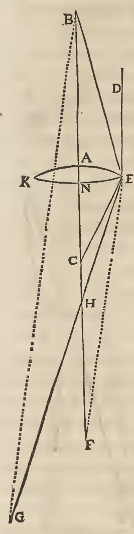
ce, ſoit que leur côté plat ou convexe ſoit tourné vers l'objet; il me ſemble avec beaucoup de raiſon qu'il ſeroit bien inutile de vouloir donner quelque autre figure aux verres de lunettes, que la ſpherique: car la difference qu'il y a entre le parfait concours des rayons qui paſſent au travers d'un verre plan convexe, lorſque ſon côté plat eſt tourné vers l'objet, & le parfait concours de ceux qui paſſent au travers de ce verre, lorſque ſon côté convexe eſt tourné vers l'objet, eſt ſi conſiderable, qu'il eſt impoſſible de pouvoir arriver encore par deſſus cela à une difference auſſi conſiderable, quoiqu'il y eût une figure qui ramaſſât les rayons paralleles à un point mathematique, pour ainſi dire.

Sixiéme propoſition. S'il y a un verre convexe des deux côtez, dont les convexitez ſoient égales ou inégales; l'un des deux diametres des convexitez eſt à la diſtance du foyer abſolu, comme la ſomme des diametres eſt à l'autre diametre, ſuppoſé qu'on neglige l'épaiſſeur du verre.

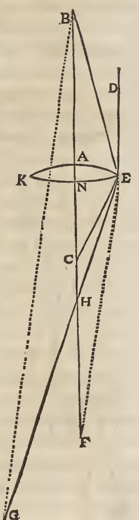
Soit KE le verre convexe; ſoient B & C les centres des convexitez; & ſoit DE un rayon incident parallele à l'axe. Si le rayon incident DE n'avoit que la premiere refraction à ſouffrir, ſon rayon rompu couperoit l'axe au point F qui ſeroit éloigné du ſommet A de trois fois AC; mais comme ce rayon a encore une ſeconde refraction à ſouffrir; ſoit tirée du centre B la droite BG parallele au rayon rompu EF, & ſoit tirée EG qui coupera l'axe au point H; je dis que le foyer abſolu ſera au

point H, & qu'il ſera éloigné du verre KE dans la proportion qui a été dite.

Demonſtration. Puiſque le rayon incident DE a été détourné par la premiere refraction, comme pour aller vers F, qui eſt éloigné du ſommet A de trois demi-diametres de la premiere convexité KAE; la ſeconde refraction le détournera pour aller au point G, qui ſera éloigné du centre B de trois demi-diametres de la deuxiéme convexité KNE: c'eſt-à-dire, de trois fois NB: car BG peut être conſiderée comme l'axe de la convexité KNE, & le rayon EF, comme un rayon incident parallele à cet axe. Donc parce que les deux triangles BGH, EHF ſont ſemblables, BG eſt à FE, comme GH eſt à HE, & *componendo* GB plus EF, à EF, comme GH plus HE qui valent un diametre de la convexité KNE, ſont à HE: c'eſt-à-dire, que trois demi-diametres de la deuxiéme convexité KNE, plus trois demi-diametres de la premiere convexité KAE, ſont à trois demi-diametres de cette derniere convexité,



comme un diametre de la deuxiéme convexité KNE est à la distance du foyer absolu du verre. Mais au lieu de cela l'on peut dire, qu'un diametre de la deuxiéme convexité KNE, plus un diametre de la premiere convexité KAE; c'est-à-dire, la somme des diametres des convexitez, est au diametre de l'une des deux convexitez, comme un diametre de l'autre convexité, est à la distance du foyer absolu du verre.



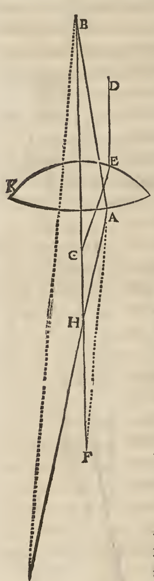
Il s'ensuit que le foyer absolu H est toûjours plus proche du verre, que le grand demi-diametre, & plus loin que le petit demi-diametre, & qu'il ne peut tomber au centre C que lorsque les convexitez sont égales.

Il s'ensuit aussi que quand les convexitez sont égales, le foyer est au centre de part & d'autre.

Il s'ensuit encore, que lors qu'on joint deux verres convexes l'un contre l'autre, la somme de leurs foyers est à l'un de ces foyers, comme l'autre foyer est au foyer qui doit provenir de leur jonction.

Septiéme proposition. S'il y a un verre convexe des deux côtez, dont les convexitez

ſoient égales ou inégales, & que l'on conſidere l'épaiſſeur de ce verre ; trois demi-diametres de la convexité la plus éloignée de l'objet, plus trois demi-diametres de l'autre convexité moins l'épaiſſeur du verre, ſeront à trois demi-diametres de cette derniere convexité, auſſi moins l'épaiſſeur du verre, comme le diametre de la convexité la plus éloignée de l'objet, ſera à la diſtance du foyer abſolu.



Soit AKE le verre convexe; ſoient B & C les centres des convexitez K E, K A; ſoit DE un rayon incident parallele à l'axe, & ſoit EA l'épaiſſeur du verre. Si le rayon incident DE n'avoit que la premiere refraction à ſouffrir, ſon rayon rompu couperoit l'axe au point F qui ſeroit éloigné du point d'incidence E de trois demi-diametres de la convexité K E ; mais comme ce rayon a encore une ſeconde refraction à ſouffrir au point A, aprés avoir traverſé l'épaiſſeur du verre EA ; ſoit tirée du centre B la droite BG parallele au rayon rompu EF ; &

du point A, où se doit faire la seconde refraction, soit tirée A G qui coupera l'axe au point H; je dis que le foyer absolu sera au point H, & qu'il sera éloigné du verre AKE dans la proportion qui a été dite.

Demonstration. Puisque le rayon incident D E a été détourné par la premiere refraction, comme pour aller vers F qui est éloigné du point d'incidence E de trois demi-diametres de la convexité K E; la seconde refraction détournera son rayon rompu E A au point d'incidence A pour aller au point G, qui sera éloigné du centre B de trois demi-diametres de la convexité K A : c'est-à-dire, de trois fois A B : car B G peut être considerée comme l'axe de la convexité KA, & le rayon EA, qui est le rayon rompu du rayon incident DE, comme un rayon incident parallele à cet axe. Donc parce que les deux triangles BGH, AHF sont semblables, BG est à FE moins AE, comme GH est à HA; & *componendo* B G plus F E moins A E, à F E moins A E, comme A G est à

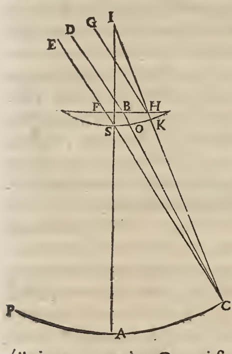
H A : c'eſt-à-dire, trois demi-diametres de la convexité KA, plus trois demi-diametres de la convexité K E moins l'épaiſſeur du verre, ſont à trois demi-diametres de la convexité K E auſſi moins l'épaiſſeur du verre, comme un diametre de la convexité K A, eſt à H A la diſtance du foyer abſolu du verre.

Il s'enſuit que les verres, dont les convexitez ſont inégales, ont le foyer plus loin du verre lorſque le côté le plus convexe eſt tourné vers l'objet, que lorſque le côté le moins convexe y eſt tourné; en ſorte que lorſque l'inegalité eſt tres-grande, & que le verre approche du plan convexe, la difference des diſtances des foyers approche de deux tiers de l'épaiſſeur du verre.

Il s'enſuit auſſi qu'une boule de verre porte ſon foyer abſolu hors de ſoi à la diſtance du quart du diametre : car BG plus EF moins EA, ſont à EF moins EA, comme G A eſt à H A : c'eſt-à-dire que deux diametres de la boule ſont à un demi-diametre, comme un diametre eſt à un quart de diametre, qui eſt la diſtance que la boule porte ſon foy er abſolu hors de ſoi.

Huitiéme proposition. Les rayons paralleles entre eux, & qui coupent l'axe, ont leur foyer oblique autant éloigné du verre, que le foyer principal, qui vient dans l'axe, en est éloigné, pourvû toutefois que l'angle qu'ils font en coupant l'axe, ne soit pas trop grand.

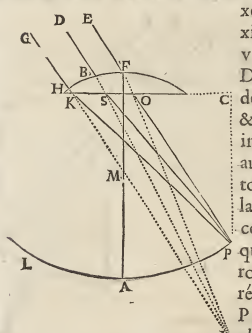
Soit premierement BHK un verre plan convexe, dont le côté plat soit tourné vers l'objet ; soit DB un rayon incident quelconque ; & soit GH le rayon incident parallele au rayon DB, & dont le rayon rompu HK, où son prolongé HI passe par le point I qui est le centre de la convexité. Je dis que les rayons rompus des rayons incidens paralleles DB, GH, aussi bien que tous ceux qui lui sont paralleles, se réüniront au point C, qui sera leur foyer oblique, & qui sera éloigné du verre BHK d'un diametre de la convexité : c'est-à-dire, autant que le foyer principal qui vient dans l'axe en est éloigné.



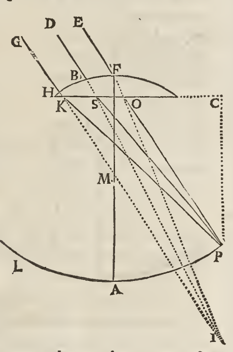
Demonstration. Tous les rayons qui tombent paralleles sur une surface plate & unie, ont aussi leurs rayons

rayons rompus paralleles. Le rayon rompu B O eſt donc parallele au rayon rompu H K ou à ſon prolongé H I. Or le rayon rompu I K peut être conſideré comme l'axe de la convexité, à cauſe qu'il paſſe par le centre I; & par conſequent le rayon rompu O C coupera cet axe indefiniment prolongé, au point C qui ſera le foyer oblique du verre B H K, & qui en ſera éloigné d'un diametre de la convexité: c'eſt-à-dire, autant que le foyer principal qui eſt dans l'axe, en eſt éloigné.

Soit en ſecond lieu KFO un verre plan-convexe, dont la convexité ſoit tournée vers l'objet; ſoit DB un rayon incident quelconque; & ſoit GH le rayon incident parallele au rayon DB, & qui tombe perpendiculairement ſur la convexité. Je dis que leurs rayons rompus S P, K P ſe réüniront au point P, qui ſera le foyer oblique des rayons incidens paralleles DB, GH, & qui ſera éloigné du verre KFO autant que le foyer principal, qui vient dans l'axe, en eſt éloigné.

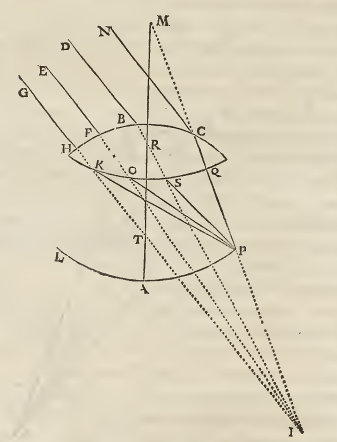


Demonſtration. Si les rayons incidens paralleles D B, G H n'avoient que la premiere refraction à ſouffrir, le rayon G H I pourroit être conſideré comme l'axe de la convexité, & le rayon rompu B I du rayon incident D B, couperoit cet axe au point I, qui ſeroit éloigné du ſommet H de trois demi-diametres de la convexité HBF. Mais parce que ces rayons ont encore une ſeconde refraction à ſouffrir à la rencontre de la ſurface plate KC ; ſoit du point I tirée IC perpendiculaire à la ſurface plate KC ; & ſoient des points K & S tirez les deux rayons rompus KP, SP bornez de la perpendiculaire C I, & en ſorte que KP ſoit à KI, & pareillement S P à S I, comme 2 eſt à 3. Or comme KI, & SI étant ſenſiblement égaux, valent chacun trois demi-diametres de la convexité HBF moins l'épaiſſeur du verre, les 2 rayons rompus KP, S P ſeront auſſi ſenſiblement égaux, & vaudront chacun un diametre de cette convexité moins $\frac{2}{3}$ de l'épaiſſeur du verre ; & partant le point P ſera le foyer oblique



des rayons incidens paralleles D B GH, & ſera autant éloigné du verre que le foyer principal, qui eſt dans l'axe, en eſt éloigné.

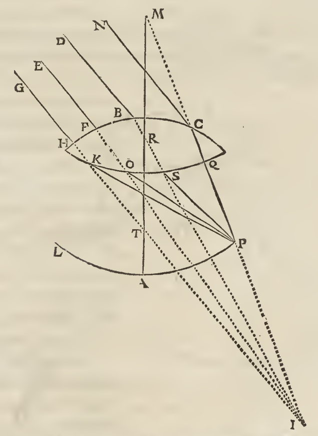
Soit en troiſiéme lieu FCKO un verre convexe des deux côtez; ſoit DB un rayon incident quelconque, & ſoit GH le rayon incident parallele au



rayon DB, & qui tombe perpendiculairement ſur la convexité HFC. Je dis que leurs rayons rompus K P, SP ſe réüniront au point P, qui ſera le foyer

oblique des rayons incidens paralleles DB, GH & qui sera èloigné du verre FCKO autant que son foyer principal, qui est dans l'axe, en est éloigné.

Demonstration. Si les rayons incidens paralleles DB, GH n'avoient que la premiere refraction à souffrir, le rayon GHI pourroit être consideré



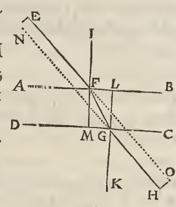
comme l'axe de la convexité HFC, & le rayon rompu BI du rayon incident DB couperoit cet axe au point I, qui seroit éloigné du sommet H de trois

demi-diametres de la convexité HFC. Mais parce que ces rayons ont encore une ſeconde refraction à ſouffrir à la rencontre de la ſurface ſpherique KOS; ſoit tiré le rayon incident NC parallele aux rayons incidens DB, GH, & dont le rayon rompu CQ, où le prolongé MQ paſſe par le centre de la convexité M. Cela étant, MQ ira tout droit au point I ſans ſouffrir de refraction à la rencontre de la convexité KSQ, & pourra par conſequent être conſideré comme l'axe de cette convexité, laquelle détournera les rayons incidens HK, BS du point I vers le point P, comme il a été démontré dans la ſeptiéme propoſition: & par conſequent le point P ſera le foyer oblique des rayons incidens paralleles GH, DB, NC, & ſera autant éloigné du verre FCKO, que le foyer principal qui eſt dans l'axe.

Il eſt aiſée de voir que le foyer oblique ſera ſenſiblement plus proche du verre que le foyer principal, ſi l'obliquité des rayons incidens paralleles, eſt trop grande ſur le verre.

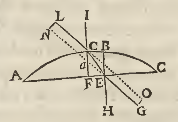
Neuviéme propoſition. Etant donné un verre dont les deux côtez oppoſez ſont plats & paralleles l'un à l'autre, un rayon incident quelconque ſortira par l'un des deux côtez de ce verre, avec la même obliquité qu'il avoit en y entrant par l'autre côté.

Soit A B C D un verre, dont les côtez AB, DC ſoient plats & paralleles l'un à l'autre ; & ſoit EF un rayon incident, qui ſe rompt au point F, en FG, & au point G, en G H ; je dis que l'angle E F I ſera égal à l'angle K G H.



Demonſtration. L'angle M F G eſt égal à l'angle FGL ; & par conſequent les deux angles EFI, KGH, qui peuvent être conſiderez comme deux angles rompus des deux angles M F G, F G L : c'eſt-à-dire, E F I l'angle rompu de l'angle d'incidence MFG, & KGH l'angle rompu de l'angle d'incidence FGL, ſeront auſſi égaux.

Dixiéme propoſition. Etant donné un verre plan-convexe, ou convexe des deux côtez, il y aura toûjours un rayon parmi ceux qui tombent paralleles ſur le verre, qui en ſortira avec la même obliquité, qu'il avoit en y entrant, quelque obliquité même que les rayons paralleles puiſſent avoir.

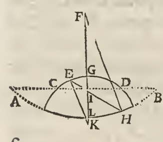


Demonſtration. Soit premierement A C D un verre plan-convexe, dont la convexité ſoit tournée vers l'objet ; & ſoit LC un rayon incident, qui ſe rompt au ſommet de la convexité, C,

en CE, & au point E en EG. Donc parceque l'angle CEB eſt égal à l'angle FCE, l'angle HEG ſera auſſi égal à l'angle LCI.

Soit en ſecond lieu ACD un verre plan-convexe, dont le côté plat ſoit tourné vers l'objet, & ſoit GE un rayon incident qui ſe rompt au point E en EC, & au point C qui eſt le ſommet de la convexité, en CL. Donc parce que l'angle FCE eſt égal à l'angle CEB, l'angle LCI ſera auſſi égal à l'angle HEG.

Lemme. Etant donnez deux ſegmens de cercle, égaux ou inégaux, qui ſe touchent par leurs cordes, & dont les ſinus verſes qui ſe touchent, ſont entre eux comme leurs diametres; ſi l'on tire une ligne indéfinie par le point où ces ſinus verſes ſe touchent, l'arc compris entre cette ligne & l'un des ſinus verſes, ſera ſemblable à l'arc compris entre la même ligne & l'autre ſinus verſe.



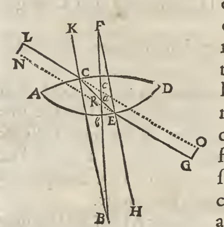
Soient ALB, CGD les deux ſegmens de cercle, qui ſe touchent de la maniere qu'il a été dit; & ſoit EH la ligne indefinie, tirée par le point I, où les deux ſinus verſes ſe touchent; je dis que l'arc EG ſera ſemblable à l'arc LH, ou, ce qui eſt la même choſe, que l'angle LFH ſera égal à l'angle EKG.

IG eſt à IL, comme EK eſt à FH, & par conſequent auſſi IK à IF comme EK eſt à FH. Donc

parce que l'angle FIH est égal à l'angle EIK, l'angle LFH le sera aussi à l'angle EKG, ou, ce qui est la même chose, l'arc HL sera semblable à l'arc EG.

Il s'ensuit que l'angle KEH sera égal à l'angle FHE.

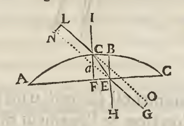
Soit en troisiéme lieu ACDE un verre convexe des deux côtez, dont les convexitez soient égales ou inégales; soit FE le demi-diametre de l'une des deux convexitez, indéfiniment prolongé, & BC le demi-diametre de l'autre convexité, aussi indéfiniment prolongé; & soit LC un rayon incident qui se rompant au point C en CE, & au point E, en EG passe par le point, où les sinus verses, qui se touchent, sont entre eux comme les diametres de leurs convexitez. Donc parce que l'angle FEC est égal à l'angle BCE, l'angle HEG le sera aussi à l'angle LCK, parce que ces deux angles HEG, LCK peuvent être considerez comme deux angles rompus des deux angles égaux FEC, BCE : c'est-à-dire, HEG l'angle rompu de l'angle d'incidence FEC, LCK l'angle rompu de l'angle d'incidence BCE.



Il s'enſuit que FH ſera parallele à BK, & LC parallele à EG.

Il s'enſuit auſſi que les rayons qui ſortent par la convexité d'un verre plan-convexe, avec la même obliquité qu'ils avoient en y entrant par le côté plat tourné vers l'objet, paſſent tous par le ſommet de la convexité, quelque obliquité qu'ils puiſſent avoir.

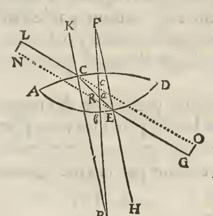
Il s'enſuit encore que les prolongez des rayons rompus qui ſortent par le côté plat d'un verre plan-convexe, avec la même obliquité que leurs rayons incidens avoiént en y entrant par le côté convexe tourné vers l'objet, paſſent tous, pour ainſi dire, par un point qui eſt d'un tiers de l'épaiſſeur du verre au deſſous du ſommet de



la convexité, pourveû neanmoins que ces rayons incidens ne tombent pas trop obliquement ſur le verre : car alors EC eſt égale ou pour ainſi dire égale àCF, & l'angle CE*a* eſt le tiers de l'angle N*a*C; & partant C*a* le tiers de CF qui eſt l'épaiſſeur du verre.

Il s'enſuit auſſi que les prolongez des rayons rompus qui ſortent d'un verre convexe des deux côtez, avec la même obliquité que leurs rayons incidens avoient en y entrant, paſſent tous, pour ainſi dire, par un point, qui eſt d'un tiers du ſinus verſe de la derniere convexité au deſſous du point, où ce ſinus

& celui de l'autre convexité ſe touchent ; pourveû que ces ſinus ſoient en raiſon de leurs diametres & que ces rayons ne tombent pas trop obliquement ſur le verre : car alors E*a* eſt égale ou pour ainſi dire égale à *ab*, & l'angle RE*a* eſt le tiers de l'angle NR*a*, & partant *a*R le tiers de *ab* qui eſt le ſinus verſe de la convexité AED.



J'appellerai ce point *a* le ſommet du cone des rayons qui forment l'image ; & ce ſommet eſt éloigné dans les verres plan-convexes, d'un tiers de l'épaiſſeur du verre, d'un autre point qui eſt au deſſus, & qu'on peut appeller avec la même raiſon le ſommet du cone des rayons qui partent de l'objet ; & dans les verres convexes des deux côtez, ces deux ſommets ſont éloignez l'un de l'autre d'un tiers de l'un & de l'autre des ſinus verſes.

Onziéme propoſition. Tous les foyers obliques, pourveû qu'ils ne le ſoient pas trop, ſont dans les verres plan-convexes dont le côté plat eſt tourné vers l'objet, dans une courbure décrite ſur le ſommet de la convexité, comme centre, & de l'intervalle de ce ſommet au foyer principal ; & dans les

verres plan-convexes, dont la convexité eſt tournée vers l'objet, comme auſſi dans les verres convexes des deux côtez, ces foyers ſont dans une courbure décrite ſur le ſommet du cone des rayons qui forment l'image, & de l'intervalle de ce ſommet au foyer principal.

Demonſtration. Tous les rayons incidens paralleles, quoiqu'obliques, ſe réüniſſent en un point, qui dans les verres plan-convexes dont le côté plat eſt tourné vers l'objet, eſt éloigné du ſommet de la convexité, autant que le foyer principal qui eſt dans l'axe en eſt éloigné; & ces rayons ſe réüniſſent en un point, qui dans les verres plan-convexes dont le côté convexe eſt tourné vers l'objet, comme auſſi dans les verres convexes des deux côtez, eſt éloigné du ſommet du cone des rayons qui forment l'image, autant que le foyer principal qui eſt dans l'axe en eſt éloigné. Mais entre tous ces rayons paralleles il s'en trouve toûjours un, comme E F dans les verres plan-convexes, & D B dans un verre convexe des deux côtez, qui ſortant par l'un des côtez du verre avec la même obliquité qu'il avoit en y entrant par l'autre côté, traverſe pour ainſi dire ce verre tout droit, & comme s'il n'y avoit ſouffert aucune refraction; dans les verres plan-convexes, dont le côté plat eſt tourné vers l'objet, ce rayon paſſe par le ſommet de la convexité, & dans les verres plan-convexes dont le côté convexe eſt tourné vers l'objet, comme auſſi dans les verres convexes des deux côtez, le prolongé de ce rayon

Voyez les figures des pages 128, 129. & 131.

paſſe par le ſommet du cone des rayons qui forment l'image ; & par conſequent il eſt manifeſte que tous les foyers obliques ſont dans les courbures P A C, L A P décrites comme il a été dit.

On explique fort bien, de ce qui a été dit, comment l'image d'un objet éloigné, & dont chaque point eſt cenſé envoyer des rayons paralleles au verre, ſe repreſente ou ſe forme dans le foyer.

Il s'enſuit que les foyers obliques, qui ne ſont guéres éloignez du foyer principal, ſont tous avec lui ſenſiblement dans un même plan perpendiculaire à l'axe : car une tres-petite partie d'une courbure eſt ſenſiblement plate.

Il s'enſuit encore que la diſtance qu'il y a de l'objet au ſommet du cone des rayons qui en partent, eſt au diametre de cét objet, comme la diſtance qu'il y a de l'image au ſommet du cone des rayons qui la forment, eſt au diametre de cette image.

Il s'enſuit de plus que l'on trouve facilement l'angle d'incidence d'un objet ſur le verre, en ſçachant le diametre de l'image, & ſa diſtance du ſommet du cone des rayons qui la forment.

Par conſequent ſçachant exactement le diametre de l'image du ſoleil, & la diſtance qu'il y a de cette image au ſommet du cone des rayons qui la forment, l'on trouve aiſément ſa grandeur apparente : c'eſt-à-dire, ſous quel angle il fait ſon incidence ſur le verre. Mais il eſt à obſerver ici, qu'il faut avoir ſoin de donner une petite ouverture au verre, afin que l'image ne ſoit pas plus amplifiée

qu'il ne faut, par des rayons, qui venant d'un même point du ſoleil, & trouvant une trop grande ouverture, s'aſſembleroient dans un petit cercle ſenſible, au lieu de s'aſſembler dans un ſeul point; de même comme il arrive quand on obſerve le ſoleil à l'horiſon avec une grande ouverture de prunelle: car alors on obſerve ſon diametre plus grand, que dans le meridien, lors que la grande lumiere qui nous environne, nous oblige de retrecir conſiderablement cette prunelle.

Il s'enſuit encore, qu'il y a toûjours une égale quantité de lumiere répanduë dans un eſpace égal d'une image, ſoit qu'elle ſoit grande ou petite, pourveû que l'ouverture du verre ſoit augmentée en même raiſon que cette image.

Douziéme propoſition. Quand on expoſe au ſoleil par le côté plat un verre plan-convexe, la plûpart des rayons qui tombent ſur ce verre, le traverſent; le côté plat en reflechit une partie, & le côté convexe en reflechit une autre; mais moindre que celle que le côté plat en reflechit; & le foyer de ces rayons reflechis par le côté convexe, eſt éloigné du verre de la ſixiéme partie du diametre de la convexité moins $\frac{2}{3}$ de l'épaiſſeur du verre.

Soit A B C le verre, & ſoit D A un rayon incident parallele à l'axe E B.

Demonſtration. Le rayon D A paſſe juſqu'à le convexité A B ſans ſouffrir de refraction, & cette convexité le reflechit, comme pour aller

vers le point E où eſt le quart de ſon diametre. Mais comme ce rayon a une réfraction à ſouffrir au ſortir de la ſurface plate G C, qui détournera le rayon vers F, en ſorte que G E ſera à G F ou C E à C F, comme 3 eſt à 2; C F ſera les deux tiers du quart du diametre de la convexité, ou la $\frac{1}{6}$ du diametre moins $\frac{2}{3}$ de C B qui eſt l'épaiſſeur du verre.

Treiziéme propoſition. Si l'on expoſe au ſoleil un verre plan-convexe, par le côté convexe, les rayons qui ſe reflechiront par la rencontre du côté plat, ſe réüniront au centre de la convexité, ſuppoſé qu'on neglige l'épaiſſeur du verre.

Soit ABC le verre; & ſoit D A un rayon incident parallele à l'axe G F.

Demonſtration. La premiere refraction détournera le rayon D A, comme pour aller vers F, qui ſera éloigné de B de trois demi-diametres de la convexité. Mais comme il rencontre au point A la ſurface plate AC qui le doit reflechir, il ſera détourné, comme pour aller vers le point G, qui ſera autant éloigné du point B, que le point F en eſt éloigné; car la reflection fera l'angle DAG égal à l'angle DAH, & comme l'angle H A D eſt égal à l'angle A F B, & l'angle D A G égal à l'angle A G B les deux angles F & G ſeront égaux, & par conſequent les points F & G ſeront également éloignez du verre A B C. Or comme le rayon A G a encore une re-

fraction à ſouffrir au ſortir de la convexité ABC ; il eſt évident par ce qui a été démontré dans la ſixiéme propoſition, que ce rayon ira au point K, & que ce point ſera éloigné du verre d'un demi-diametre de la convexité.

Si les verres en les expoſant au ſoleil par l'un & par l'autre de leurs deux côtez, ne font pas une difference de foyer, comme nous venons de la trouver, & que l'un ſoit moindre que le triple de l'autre; ils ſeront convexes des deux côtez ; & ſi le foyer ſe fait de part & d'autre à une égale diſtance du verre, le verre ſera également convexe des deux côtez, & le foyer viendra à un quart du demi-diametre loin du verre.

Quatorziéme propoſition. Etant donné un rayon qui tombe ſur la ſurface concave & ſpherique d'un verre, parallele à l'axe, l'on peut trouver geometriquement le prolongé de ſon rayon rompu.

Soit L le centre de la concavité ; ſoit AH le rayon incident parallele à l'axe, & égal au diametre de la concavité : du centre L, ſoit tiré le demi-diametre L H, & du point A la ligne A D parallele à ce demi-diametre ; & ſoit enfin tirée du point d'incidence H la droite HD, en ſorte qu'elle ſoit à H A comme 3 eſt à 2, & bornée de la même perpendiculaire A D ; je dis que H D ſera le prolongé du rayon rompu.

La demonſtration de cette propoſition n'eſt pas autre que celle de la ſeconde & l'on en peut tirer les mêmes conſequences.

Quinziéme propoſition. Un verre plan-concave, dont le côté concave eſt tourné vers l'objet, détourne les rayons qui y tombent paralleles à l'axe, comme s'ils venoient d'un point, qui eſt éloigné de ce verre d'un diametre de la concavité moins $\frac{1}{3}$ de l'épaiſſeur du verre.

Soit G le centre de la concavité HB; H le ſommet; HP l'epaiſſeur; E le point, où le prolongé du rayon rompu couperoit l'axe, & qui ſeroit éloigné du ſommet H de trois demi-diametres de la concavité, ſi elle détournoit ſeule le rayon incident; KF le prolongé du rayon, rompu par la ſurface plate PK; & partant F le point, où le rayon coupera l'axe aprés avoir été rompu par les deux ſurfaces; je dis que FH vaut un diametre moins un $\frac{1}{3}$ de l'épaiſſeur du verre.

Demonſtration. KE qui vaut trois demi-diametres plus l'épaiſſeur du verre, eſt à KF comme 3 eſt à 2. Or KE eſt ſenſiblement égale à PE, & KF à PF; & par conſequent PF vaut un diametre plus $\frac{2}{3}$ de l'épaiſſeur du verre, & FH un diametre moins $\frac{1}{3}$ de cette épaiſſeur.

Seiziéme propoſition. Etant donné un rayon dans le verre, qui tombe ſur la ſurface ſpherique de l'air, on peut trouver geometriquement le prolongé de ſon rayon rompu. Soit

Soit G le centre de la convexité; soit AB le rayon incident parallele à l'axe, & égal au diametre de la convexité : du centre G soit tiré le demi-diametre GB, & du point A la ligne AD parallele à ce demidiametre ; & soit enfin tirée du point d'incidence B la droite BD, en sorte qu'elle soit à BA comme 2 est à 3, & bornée de la même perpendiculaire AD ; je dis que BD sera le prolongé du rayon rompu BF.

La demonstration de cette proposition n'est pas autre que celle de la quatriéme, & l'on en peut tirer les mêmes consequences.

Dix-septiéme proposition. Un verre concave des deux côtez, dont les concavitez soient égales ou inegales, détourne les rayons qui y tombent paralleles à l'axe, comme s'ils venoient d'un point, qui est éloigné de la derniere concavité, en sorte que cette distance est au diametre de cette concavité, comme trois demi-diametres de l'autre concavité, plus l'épaisseur du verre, sont à trois demi-diametres de l'une & trois demi-diametres de l'autre concavité aussi plus l'épaisseur du verre.

Soit ADK le verre ; soient B & C les centres des deux concavitez AD, PK ; soit ED un rayon incident parallele à l'axe ; & soit AP ou DK l'épaisseur du verre. Si le rayon incident ED n'avoit que la premiere refraction à souffrir, le prolongé du rayon rompu couperoit l'axe au point F, qui seroit éloi-

gné du point d'incidenee D de trois demi-diametres de la convexité A D ; mais comme ce rayon a encore une ſeconde refraction à ſouffrir au ſortir de la concavité PK, au point K, aprés avoir traverſé l'épaiſſeur du verre D K ; ſoit tirée du centre B la droite B G parallele à la droite DF, qui eſt le prolongé du rayon, rompu par la concavité AD ; & du point K, où ſe doit faire la ſeconde refraction, ſoit tirée KG qui coupera l'axe au point H. Je dis que le verre ADK détournera les rayons qui y tombent paralleles à l'axe, comme s'ils venoient du point H, & que ce point ſera éloigné de la derniere concavité, par où les rayons rompus ſortent, dans la proportion qui a été dite.

Demonſtration. Puiſque le rayon incident E D a été détourné par la premiere refraction, comme s'il venoit du point F, qui eſt éloigné du point d'incidence D de trois demi-diametres de la concavité AD ; la ſeconde refraction détournera ſon rayon rompu DK au point d'incidence K, comme s'il venoit du point G, qui ſera éloigné du centre B de trois demi-diametres de la concavité P K : car B G peut être conſiderée comme l'axe de la concavité P K, & le rayon D K, qui eſt le rayon rompu du rayon incident ED, comme un rayon incident pa-

rallele à cet axe. Donc, parce que les deux triangles B G H, FHK sont semblables, BG est à FD plus DK, comme G H est à HK ; & *componendo* BG plus F K sont à F K comme G K est à H K : c'est-à-dire, trois demi-diametres de la concavité PK plus trois demi-diametres de la concavité AD plus l'épaisseur du verre DK, sont à trois demi-diametres de la concavité A D plus l'épaisseur du verre D K, comme G K, qui vaut un diametre de la concavité P K, est à H K, qui est la distance qu'il y a de la concavité P K au point H, d'où le rayon E D semble venir aprés avoir souffert deux refractions aux points K & D.

Il s'ensuit que si un rayon, comme L K prenoit son chemin comme pour aller au point H, ce rayon iroit parallele à l'axe, aprés avoir souffert les deux refractions aux points K & D.

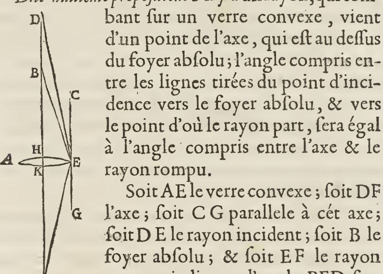
Il s'ensuit encore que s'il y avoit un rayon qui prit son chemin comme pour aller à un point pris dans l'axe, entre le point H & le verre, son rayon rompu couperoit l'axe d'autant plus proche du verre, que ce point vers lequel il prendroit son chemin, en seroit plus proche.

Il s'ensuit de plus que s'il y avoit un rayon qui prît son chemin comme pour aller à un point pris dans l'axe au de-là du point H, son rayon rompu s'éloigneroit de l'axe d'autant plus, que ce point vers lequel il prendroit son chemin, seroit plus éloigné du point H.

Il est assez manifeste par ce que nous avons déja

démontré, que les verres concaves détournent les rayons paralleles, & obliques, de même qu'ils détournent ceux qui y tombent paralleles à l'axe.

Dix-huitiéme proposition. S'il y a un rayon, qui tombant sur un verre convexe, vient d'un point de l'axe, qui est au dessus du foyer absolu; l'angle compris entre les lignes tirées du point d'incidence vers le foyer absolu, & vers le point d'où le rayon part, sera égal à l'angle compris entre l'axe & le rayon rompu.



Soit AE le verre convexe; soit DF l'axe; soit CG parallele à cét axe; soit DE le rayon incident; soit B le foyer absolu; & soit EF le rayon rompu; je dis que l'angle BED sera égal à l'angle BFE.

Demonstration. Si le rayon incident venoit du point B, qui est le foyer absolu, son rayon rompu iroit parallele à l'axe; mais comme il vient du point D, & qu'ainsi il s'approche de la ligne CG, de la quantité de l'angle BED, son rayon rompu EF se doit autant éloigner de cette ligne CG, & faire par consequent, en sorte que l'angle BED soit égal à l'angle FEG ou BFE.

Il s'ensuit que la distance qu'il y a du verre au point de divergence D, moins la distance qu'il y a du verre au foyer absolu B, est à cette distance du foyer absolu au verre, comme la distance qu'il y a

du point de divergence D au verre, eſt à la diſtance qu'il y a du verre au point F, où le rayon rompu concourt avec l'axe : car les deux triangles D B E, F E D ſont ſemblables, & partant DH moins B H : c'eſt à-dire, DB, eſt à B E, qui eſt ſenſiblement égale à B H, comme D E eſt à EF, qui eſt ſenſiblement égale à FK.

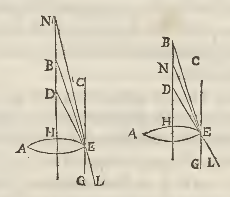
Il s'enſuit encore que les rayons qui viennent d'un point deux fois plus éloigné du verre que le foyer abſolu, ſe réüniſſent à la même diſtance.

Il s'enſuit auſſi que l'on peut facilement trouver la diſtance qu'il y a d'un objet au verre, par la connoiſſance que l'on peut avoir de ſon foyer abſolu, & de la diſtance qu'il y a de ce verre à l'image de l'objet, pourveû que l'objet ne ſoit pas exceſſivement éloigné.

Dix-neuviéme propoſition. S'il y a un rayon, qui tombant ſur un verre convexe, vient d'un point de l'axe qui eſt au deſſous du foyer abſolu ; la diſtance qu'il y aura du foyer abſolu au verre, moins la diſtance du point de divergence au verre, ſera à la diſtance du foyer abſolu au verre, comme la diſtance du point de divergence au verre, eſt à la diſtance du verre au point où le rayon rompu prolongé coupera l'axe.

Soit AE le verre convexe; ſoit BH l'axe; ſoit CG, une ligne parallele à l'axe, & qui paſſe par le point dincidence E ; ſoit D E le rayon incident; ſoit B le foyer abſolu ; & ſoit EL le rayon rompu, dont EN eſt le prolongé ; je dis que BD ſera à BH ou à BE qui

eſt ſenſiblement égale à BH, comme DH, ou DE qui eſt ſenſiblement égale à DH, ſera à N H, ou à N E qui ſeront auſſi ſenſiblement égaux.



Demonſtration. Les deux triangles BDE, DNE ſont ſemblables: car l'angle BDE eſt commun, & l'angle DEB eſt égal à l'angle GEL, & par conſequent auſſi à l'angle DNE, parce que les deux angles, GEL, DNE ſont égaux. Donc BD ſera à BE, ou à BH, comme DH, ou DE ſera à NH, ou à NE.

Il eſt manifeſte que ſi au contraire le rayon LE tomboit ſur le verre AE au point E, comme pour aller vers le point N, ce rayon ſe détourneroit pour aller couper l'axe au point D, qui ſeroit éloigné du verre AE, en ſorte que N H ſeroit à DH, comme NH plus B H ſeroient à B H : car E N eſt à N D comme EB eſt à DE, & *componendo*, EN plus EB ſont à EB, comme N D plus D E ſont à D E. Or N E eſt ſenſiblement égale à NH, BE à BH, & DE à DH. Donc &c.

ART. VI. Qu'il y a deux cauſes qui em- Nous venons de voir comment les rayons de lumiere qui tombent ſur un verre ſpherique, paral-

leles à l'axe, & tout proches, ou du moins guéres éloignez de cet axe, se réüniſſent à peu prés en un point que nous avons appellé le foyer abſolu ; mais nous venons de voir en même temps comment les rayons qui ſont un peu éloignez de cet axe, s'écartent de ce foyer en s'approchant du verre, & cela d'autant plus, que le point de leur incidence eſt plus éloigné de l'axe ; & outre cela nous avons veû dans le quatriéme chapitre, qu'il y a une certaine proprieté dans la refraction même, qui empêche le parfait concours des rayons.

pêchent le parfait concours des rayons incidens paralleles à l'axe.

ART. VII. Que cela nous oblige à garder une certaine meſure dans les ouvertures des verres de lunettes.

Ces deux inconveniens, mais principalement le dernier, qui fait beaucoup plus de deſordre que le premier, & dont aucune figure n'eſt exempte, nous oblige de garder une certaine meſure dans les ouvertures des verres de lunettes, qu'il ſera utile de déterminer.

ART. VIII. Maniere de déterminer ces ouvertures pour des verres de toute ſorte de grandeur.

Soit donc 1° AE un verre convexe d'un quart de ligne de foyer, & d'un quart de ligne de diametre ; ſoit CD quelque objet éloigné, qui trace ſon image EF avec 100 rayons dans le foyer du verre AB, mais qui la trace en ſorte que les rayons qui partent de chaque endroit de l'objet CD, ſe répandent aprés avoir traverſé le verre AB par tout l'eſpace, dont EF eſt le diametre. Cela étant, ſi l'on approche l'œil de l'image EF (ſuppoſons que ce ſoit d'un quart de ligne) en ſorte que tous les 100 rayons

C D B A F E

qui la tracent, partant de-là, tombent ſur l'extremité d'un ſeul des filets du nerf optique; l'objet CD ne nous doit paroître que comme un point, & ainſi il n'importe de quelle maniere les 100 rayons tombent ſur l'extremité de ce filet.

C D B A F E

2° Soit AB un verre convexe d'une demi-ligne de foyer, & d'une demi-ligne de diametre. Cela étant, l'objet CD tracera ſon image quatre fois plus grande & avec quatre fois plus de rayons, & la tracera en ſorte que les rayons qui partent de chacun de ſes points, ſe répandent ſur tout l'eſpace dont EF eſt le diametre; & par conſequent ſi l'on en approche l'œil d'un quart de ligne comme auparavant, tous les 400 rayons qui la tracent, partant de-là, tomberont ſur les extremitez de quatre filets du nerf optique, & l'objet CD nous paroîtra quatre fois plus grand, mais avec la même clarté & avec la même confuſion qu'auparavant : car ſi l'objet étoit peint avec quatre couleurs toutes differentes, il ne paroîtroit que comme s'il étoit peint d'une ſeule couleur, qui proviendroit du mêlange de toutes les quatre.

3° Si AB eſt un verre convexe d'une demi-ligne de foyer & d'un quart de ligne de diametre, l'objet CD tracera ſon image quatre fois plus grande, & avec la même quantité de rayons, que dans le premier cas; mais il la tracera en ſorte, que chacun de ſes points ne répandra pas des rayons ſur tout l'eſpace

pace dont EF eſt le diametre, ni pas même tout-à-fait ſur le quart de cet eſpace ; & par conſequent ſi l'on en approche encore l'œil d'un quart de ligne, tous les rayons qui la tracent, partant de-là, tomberont ſur les extremitez de quatre filets du nerf optique, & l'objet CD nous paroîtra quatre fois plus grand, & quatre fois moins éclairé ; mais avec quatre fois plus de diſtinction : car ſi chaque quatriéme partie de cet objet étoit peinte d'une couleur differente, chacune de ces parties envoyeroit 25 rayons ſur chaque extremité de quatre filets du nerf optique, & l'on diſtigueroit quatre couleurs dans cet objet.

4° Soit AB un verre convexe d'une demi-ligne de foyer, & dont le diametre ſoit au diametre du verre convexe du premier cas, en raiſon ſouſdoublée de leurs foyers. Cela étant, l'objet CD tracera ſon image quatre fois plus grande, & avec deux fois plus de rayons que dans le premier cas ; mais il la tracera en ſorte que les rayons qui partent de ſes points, ne ſe répandront pas ſur tout l'eſpace dont EF eſt le diametre ; mais qu'ils ſe répandront ſur la moitié, & même un peu plus que ſur la moitié de cet eſpace ; & par conſequent ſi l'on en approche encore l'œil d'un quart de ligne ; tous les rayons qui la tracent, partant de-là, tomberont ſur les extremitez de quatre filets du nerf optique, & l'objet CD nous paroîtra quatre fois plus grand, & deux fois moins éclairé ; mais pas tout-à-fait avec deux fois plus de diſtinction. Mais ſi

l'on en approchoit l'œil, en ſorte que cette diſtance fuſt à l'autre, qui eſt d'un quart de ligne, en raiſon ſouſdoublée des foyers des deux verres : c'eſt-à-dire en raiſon des diametres de leurs ouvertures, l'objet CD nous parroîtroit deux fois plus grand, également éclairé, & avec deux fois plus de diſtinction, ou même avec un peu plus de diſtinction que cela.

ART. IX. Que tout ce que l'on vient de dire touchant les ouvertures des verres de lunettes, eſt une ſuite de la nature du cercle & de la refraction.

Tout ceci eſt une ſuite de la nature du cercle & de celle de la refraction; & il s'enſuit de ce que nous venons de dire, que plus un objet eſt éclairé, & plus un verre eſt poli & d'une figure irreguliere, moins ce verre, pourra ſouffrir d'ouverture.

ART. X. Pourquoi les ouvertures des lunettes & les foyers des oculaires doivent être en raiſon ſouſdoublée des foyers des objectifs.

Or puiſque l'objet ne doit pas ſeulement paroître avec deux fois plus de diſtinction ; mais avec un peu plus que cela, lorſque les diametres des verres, auſſi-bien que les diſtances qu'il y a de l'œil à l'image, ſont en raiſon ſouſdoublée de ces foyers ; l'on pourroit prendre cette raiſon un peu plus grande, afin de voir un objet plus grand & plus diſtinct, & pourtant également éclairé. Mais comme les verres de lunettes, plus ils ſont grands, plus ils ſont ſujets à des deffauts qui ſont inſeparables de la matiere & du travail, & que d'ailleurs ils interceptent beaucoup de rayons, à cauſe de l'épaiſſeur qu'ils doivent avoir à proportion de leur grandeur ; je ne leur voudrois jamais donner plus d'ouverture, ni approcher l'œil plus prés de leurs foyers, ou, ce qui eſt la même choſe, leur donner des oculaires plus forts, qu'en raiſon ſouſdoublée de leurs grandeurs.

Et comme la nature nous a donné l'ouverture de la prunelle beaucoup plus grande qu'il n'eſt neceſſaire pour appercevoir aſſez clairement la plûpart des objets, & principalement les aſtres qui ſe voyent de nuit; je n'ai donné qu'un quart de ligne d'ouverrure à un verre objectif d'un quart de ligne de foyer; & ayant pris le foyer de l'oculaire qui convient à cela, égal à cette ouverture, j'ai dreſſé là-deſſus la table ſuivante.

ART. XI. Sur quels principes on a dreſſé une table pour les ouvertures des objectifs & pour les foyers des oculaires.

Table pour les ouvertures des objectifs, & pour les foyers des oculaires.

Foyers.	Ouvert.	Foyers.	Ouvert.	Foyers.	Ouvert.
¼ ligne.	¼ ligne.	9	1 6	120	5 6
1	½	10	1 7	130	5 9
4	1	11	1 8	140	5 11
1 pouce	1¾	12	1 9	150	6 2
2	2½	14	2 10½	160	6 5
3	3	16	2	170	6 7
4	3½	18	2 1½	180	6 9
5	4	20	2 3	190	6 11
6	4½	25	2 6	200	7 1
7	4¾	30	2 9	225	7 6
8	5	36	3	250	7 11
9	5¼	40	3 2	275	8 4
10	5½	45	3 4	300	8 8
11	5¾	50	3 6	325	9
1 pied.	6 lignes	55	3 8	350	9 4
2	8½	60	3 10	375	9 8
3	10½	65	4	400	10
4	1 pouce	70	4 2	440	10 6
5	1 1¼	80	4 6	484	11
6	1 2½	90	4 9	530	11 6
7	1 3¾	100	5	576	1 pied.
8	1 5	110	5 3		

ART. XII. Que la table a été dreſſée pour des lunettes à deux verres ; & pourquoi il faut donner des ouvertures plus petites, & des oculaires plus foibles à des lunettes à quatre verres.

Cette table a été dreſſée pour les lunettes à deux verres, dont on ſe ſert pour obſerver les aſtres : car il faut donner à une lunette à quatre verres, une ouverture plus petite, & des oculaires plus foibles que la table ne marque, parce que les quatre verres interceptent beaucoup plus de rayons que les deux verres ; & parce que ces lunettes ſont ſujettes à de certains deffauts, dont nous parlerons dans la ſuite.

ART. XIII. Que les lunettes doivent avoir des ouvertures d'autant plus petites que les objets ſont plus lumineux.

Au reſte, pour ce qui eſt des lunettes à deux verres, on leur doit donner plus ou moins d'ouverture, & des oculaires plus ou moins forts, ſelon que l'aſtre que l'on obſerve eſt plus ou moins lumineux.

ART. XIV. Qu'il faudroit une lunette de prés de 15 demi-diametres de la terre, & un objectif de 706 $\frac{1}{6}$ pieds d'ouverture pour voir un objet de 5 pieds de diametre dans la lune.

Il eſt facile de connoiſtre preſentement, que nous ſommes encore bien éloignez de voir dans les aſtres, ou même dans la lune, qui eſt aſſez proche de nous, des corps auſſi particuliers & auſſi differens que nous envoyons ſur la terre ; & que ceux-là ſe ſont bien fortement trompez, qui nous en ont fait concevoir quelque eſperance. Il faudroit un verre objectif de 706 $\frac{1}{6}$ pieds d'ouverture & d'un foyer de 28318176 0 pieds, qui font prés de 15 demi-diametres de la terre, pour voir dans la lune ſeulement un objet de 5 pieds de diametre.

ART. XV. Comment on a fait ce calcul.

Pour parvenir à ce calcul, j'ai ſuppoſé que la lune eſt éloignée de la terre de 1157078400 pieds, prenant 22424 pieds pour une lieuë d'Allemagne ; 860 lieuës pour le demi-diametre de la terre, & 60 demi-diametres de la terre pour la diſtance qu'il y a

de la lune jusqu'à nous, J'ai encore supposé que je pouvois assez bien reconnoître un objet de cinq pieds de diametre sous un angle de 6 minutes ; ou, ce qui est la même chose, à la distance de 2865 pieds; & enfin j'ai supposé que je les pouvois reconnoître assez clairement avec une ouverture de prunelle d'un quart de ligne. Cela étant, je n'avois qu'à dire : si je puis reconnoître un objet de 5 pieds de diametre à une distance de 2865, avec une ouverture de prunelle d'un quart de ligne, combien faudroit-il d'ouverture pour le voir avec la même clarté : c'est-à-dire, avec la même quantité de rayons, à une distance de 1157078400 pieds, qui est la distance qu'il y a de la lune à la terre, ce qui me donnoit une ouverture de 701 $\frac{1}{6}$ pieds. Et comme les verres objectifs doivent être en raison doublée de leurs ouvertures, comme nous avons veû, & que dans nôtre table un verre objectif d'un pied d'ouverture, doit avoir 576 pieds de foyer, il m'étoit facile de trouver qu'un verre objectif de 701 $\frac{1}{6}$ pieds d'ouverture, devroit avoir 283181760 pieds de foyer: c'est-à-dire, un foyer de prés de 15 demi-diametres de la terre. Et comme l'oculaire doit être comme l'ouverture de l'objectif : c'est-à-dire, qu'il devroit être de 701 $\frac{1}{6}$ pieds pour cet objectif de 283181760 pieds ; la lunette dont l'oculaire seroit de 701 $\frac{1}{6}$ pieds, & l'objectif de 283181760 pieds, avec une ouverture de 701 $\frac{1}{6}$ pieds approcheroit un objet de 403821 fois, & feroit par consequent paroître la lune qui est éloignée de nous de 1157078400 pieds,

comme ſi elle n'en étoit éloignée que de 2865 pieds, & avec la même clarté, ſuppoſé qu'il ne ſe fiſt aucune perte de rayons par le grand trajet qu'ils auroient à faire depuis la lune juſqu'à nous, & qu'il ne s'en fiſt encore aucune perte par la rencontre des ſurfaces des verres, ce qui va preſque à la moitié.

ART. XVI. Qu'il n'y a que trois ſortes de lunettes qui peuvent être d'uſage.

De toutes les lunettes d'approche, dont les Auteurs font mention, il n'y en a que trois ſortes qui doivent être miſes en uſage, ſi l'on en veut tirer quelque fruit.

1° Celles qui ſont compoſées d'un verre objectif convexe, & d'un verre oculaire concave pour les objets de la terre. 2° Celles qui ſont compoſées d'un verre objectif convexe, & d'un verre oculaire convexe pour les objets du ciel. 3° Celles qui ſont compoſées d'un verre objectif convexe, & de trois verres oculaires convexes pour les objets de la terre. Toutes les autres que l'on pourroit faire de trois, de cinq & de ſix verres, &c. leur ſont inferieures, comme il eſt aiſé de le démontrer : de ſorte que je m'étonne que l'on trouve des Auteurs qui nous enſeignent d'en faire de neuf ou de dix verres, &c.

ART. XVII. Ce que c'eſt que les lunettes compoſées d'un objectif convexe & d'un oculaire concave, & leur deffaut.

Celles qui ſont compoſées d'un verre objectif convexe, & d'un verre oculaire concave, ont le deffaut qu'elles ne découvrent qu'une tres-petite partie de l'objet: car ſoit AB quelque objet éloigné; ſoit CD un verre objectif convexe de 12 pouces de foyer : C'eſt-à-dire, que le ſommet du cône des rayons qui forment l'image, eſt preciſément éloi-

gné de douze pouces du foyer de ce verre; soit EF un verre oculaire concave d'un demi-pouce de foyer & d'une ligne de diametre, & qui soit éloigné du sommet du cône des rayons qui forment l'image de $11\frac{1}{2}$ pouces; & soit GH le diametre de la prunelle. Cela étant supposé, il est manifeste que l'angle AIB, ou l'angle EIF qui lui est égal, sera environ de $24\frac{1}{2}$ minutes,

Or comme par les loix de la refraction, les rayons *Cb*, IF qui partent du point A, deviennent paralleles l'un à l'autre aprés avoir traversé le verre EF, parce que le verre EF & le verre CD, ont leur foyer commun: & que ces rayons deviennent paralleles à une droite, comme *dg* tirée par le milieu du verre EF jusqu'au point *g*, où ils devroient concourir sans le verre EF; l'on peut trouver l'angle *adg* de 4^{d} 53 min. car l'angle *dag* est droit; *ad* est de *6* lignes, & *ag* est de $\frac{51264}{100000}$ d'une ligne, puisque dans le triangle rectangle *a*I*g*, le côté *a*I est de 12 pouces, & l'angle *a*I*g* de $12\frac{1}{4}$ min. Par consequent l'angle *cdg* étant le double de l'angle *adg* sera de 9^{d} 46 min. sous lequel on verra l'objet AB que l'on auroit veû sans la lunette, sous un angle de $24\frac{1}{2}$ min. sup-

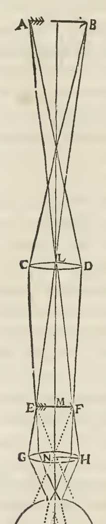
posé que le diametre de la prunelle ait plus de deux lignes d'ouverture, & qu'on la puisse approcher du verre EF de six lignes : car puisque dans le rectangle *adg*, où le côté *ad* est de six lignes, & l'angle *adg* de $4^d 53'$ le côté *ag* est de $\frac{51264}{100000}$; que la droite *g*H est d'une demi-ligne, parce qu'elle est parallele à *d*F, qui est d'une demi-ligne, & avec *d*F entre deux paralleles *dg*, FH ; & qu'ainsi toute la droite GH est de $2\frac{2528}{100000}$: il est manifeste que les rayons EG, FH qui partent des points A & B seront à la distance de six lignes du verre EF éloignez l'un de l'autre de $2\frac{2528}{100000}$ lignes. Il faut donc que la prunelle ait $2\frac{2528}{100000}$ lignes d'ouverture pour recevoir à une distance de six lignes du verre EF, les rayons qui partent des points A & B ; & encore ne pourra-t-elle recevoir alors qu'environ la moitié des rayons qui partent de ces points : comme il est aisé de le voir.

ART. XVIII. Que les lunettes de 11 ou de 12 pouces de longueur avec un oculaire concave, ne peuvent pas être de grand usage.

Ces sortes de lunettes ne peuvent donc pas être de grand usage, lorsqu'elles passent la longueur de 11 ou de douze pouces, ni même celles de cette longueur à cause qu'elles découvrent une trop petite partie d'un objet.

Les

Les lunettes d'approche compoſées d'un objectif & d'un oculaire convexe, ſont les meilleures de toutes, parce qu'elles découvrent beaucoup d'objets à la fois, & qu'elles n'ont point d'autre deffaut par deſſus les autres, que de les renverſer. ART. XIX. Que les lunettes compoſées de deux verres convexes ſont les meilleures de toutes, & pourquoi.



Soit A B quelque objet éloigné ; ſoit C D un verre objectif convexe de 12 pouces de foyer ; ſoit E F l'image de l'objet AB ; ſoit GH un verre oculaire convexe d'un demi pouce de foyer, & de quatre lignes de diametre. Cela étant, puiſque dans le triangle rectangle LNH, le côté LN eſt de $12\frac{1}{2}$ pouces, & le côté NH de deux lignes, l'angle LNH ſera de 46′ & par conſequent l'angle GLH, ou l'angle ALB qui lui eſt égal, ſera d'un degré 32 min. Or comme dans le triangle rectangle LMF le côté L M eſt de 12 pouces, & l'angle M L F de 46 min. le côté M F qui eſt le demi-diametre de l'image EF ſera de $1\frac{92672}{100000}$ lignes. Et comme dans le triangle rectangle M N F, le côté M N eſt de ſix lignes, & le côté MF de $1\frac{92627}{100000}$, l'angle MNF ſera de $17^{d}\,48'$.

qui joint à l'angle MNE, qui eſt égal à l'angle M NF, fera l'angle ENF, de $35^{d}\ 36'$. Or l'angle GOH eſt égal à l'angle ENF, puiſque HO eſt parallele à NF, & GO parallele à NE : car par la nature du cercle & de celle de la refraction, tous les rayons qui partent de quelque point qui eſt dans le foyer d'un verre, comme GH, ſont paralleles entre eux, aprés l'avoir traverſé, & paralleles à une droite, comme FN, qui paſſe par le milieu de ce verre. Nous verrons donc l'objet AB ſous un angle de 35^{d} 36 min. que nous n'aurions vû ſans la lunette que ſous un angle d'un degré 32 min. ſuppoſé que le centre de la prunelle ſoit juſtement au point O, qui eſt la pointe de l'angle viſuel, & qu'ainſi tous les rayons qui ſortent paralleles du verre GH y puiſſent entrer.

Il eſt manifeſte de ce que nous venons de dire, que comme le foyer de l'oculaire eſt à celui de l'objectif, ainſi la tangente de la moitié de l'angle viſuel ſur la lunette, eſt à la tangente de la moitié de

l'angle viſuel multiplié par la lunette. Il eſt encore manifeſte qu'une lunette multiplie & approche les objets autant de fois que le foyer de l'oculaire eſt compris dans celui de l'objectif, c'eſt-à-dire que ſa multiplication ſe peut exprimer par le quotient de la diviſion de l'objectif par l'oculaire. Et par conſequent que ce n'eſt pas par la multiplication de l'angle viſuel que ſe doit exprimer la multiplication d'une lunette & l'approche des objets.

Il s'enſuit encore que deux lunettes ſont entre elles comme ces quotiens.

ART. XX. Que les objets ſe doivent voir plus confuſément vers les bords que vers le milieu de la lunette, & pourquoi.

Il eſt aiſé de comprendre ici pourquoi les objets que l'on découvre vers les bords de la lunette, & dont l'image ſe forme par des rayons trop obliques ſe doivent voir confuſément, ſi l'on prend les oculaires d'une portion de ſphere trop grande, & pourquoi elles ſe doivent voir d'autant plus confuſément, que cette portion eſt plus grande : car les foyers de l'objectif & de l'oculaire, qui pour rendre la viſion diſtincte, ſe devroient toucher comme deux plans ſe touchent l'un l'autre, ne ſe touchent que comme deux globes, dont l'un auroit pour demi-diametre la diſtance qu'il y a du foyer commun au verre objectif, & l'autre la diſtance qu'il y a de ce foyer au verre oculaire.

ART. XX. Pourquoi il eſt neceſſaire de mettre un diaphragme au foyer commun de l'objectif & de l'oculaire.

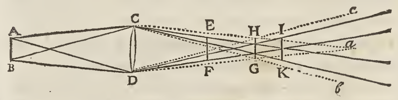
Il eſt par conſequent neceſſaire de placer un diaphragme au foyer commun, afin de fermer le paſſage aux rayons trop obliques, & qui repreſenteroient avec confuſion les objets d'où ils partent.

L'on peut outre cela approcher les deux verres l'un de l'autre, en ſorte que leurs foyers ſe coupent tant ſoit peu, comme l'on voit ici que les deux cercles B & A ſe coupent. Mais auſſi il faut avoir ſoin de ne les pas trop approcher l'un de l'autre, afin que les objets qui viennent dans le milieu de la lunette ne ſe repreſentent pas avec confuſion, pendant que ceux qui viennent vers les bords ſe repreſentent avec toute la diſtinction, & avec toute la netteté neceſſaire, comme cela ſe trouve par l'experience.

ART. XXII. Ce qui doit arriver lorſque l'oculaire eſt trop proche de l'objectif, & ce qui doit arriver, lorſqu'il en eſt trop éloigné.

Je ne crois pas qu'il ſoit difficile de concevoir pourquoi l'on voit un aſtre bleuâtre, lorſque les deux verres ſont trop prés & à une certaine diſtance l'un de l'autre : car alors beaucoup de rayons rouges échapent, ſans qu'un ſeul rayon bleu puiſſe échaper ; & au contraire pourquoi on le voit rougeâtre, lorſque les deux verres ſont trop éloignez & à une certaine diſtance l'un de l'autre : car alors beaucoup de rayons bleus échapent, ſans qu'un ſeul rayon rouge puiſſe échaper.

Soit AB quelque aſtre dont l'image GH ſe re-



preſente dans le foyer de l'objectif CD, ſi l'on avance l'oculaire juſqu'en EF les rayons rouges *a*C, *a*D échaperont à l'oculaire EF ſans que les

rayons bleus & violets C*c*, *b*D lui puiſſent échaper. Et ſi on le recule juſqu'en IK, les rayons bleus & violets C*c*, *b*D échaperont au verre IK ſans que les rayons rouges *a*C, *a*D lui puiſſent échaper.

L'on voit manifeſtement ici pourquoi les objets que l'on découvre vers les bords d'une lunette ſe repreſentent toûjours plus ou moins teints de rouge : car il y a toûjours des rayons bleus & violets qui échapent à l'oculaire ſans que les rayons rouges lui puiſſent échaper.

ART. XXIII. Ce que c'eſt que les lunettes à quatre verres, & leurs deffauts.

Enfin les lunettes d'approche qui ſont compoſées d'un verre objectif convexe & de trois verres oculaires convexes, que l'on peut prendre tous trois d'un même foyer, redreſſent à la verité les objets, & nous les font voir dans leur ſituation naturelle; mais elles ont en récompenſe d'autres deffauts qui ſont bien plus conſiderables : car non ſeulement les deux foyers du verre objectif & du premier oculaire, ſe touchent bien imparfaitement, comme nous venons de le voir; mais les deux foyers des deux derniers oculaires ſe touchent encore bien plus imparfaitement; & l'on eſt par conſequent obligé de placer un plus petit diaphragme au foyer commun de ces deux derniers oculaires, que l'on n'auroit pas placé au foyer commun de l'objectif & du premier oculaire; ſi ces deux derniers oculaires n'y euſſent pas été, & ſi l'on eût voulu ſe contenter de voir les objets renverſez.

C'eſt donc une imperfection qui eſt inevitable-

ment attachée à ces ſortes de lunettes, qu'elles ne découvrent pas un ſi grand champ comme on l'appelle, que celles qui ſont compoſées de deux verres convexes.

Une autre imperfection eſt la perte de quantité de rayons qui ſe fait ſur la ſurface des quatre verres, & qui ne va guéres à moins des trois quarts, ou des deux tiers. Ajoûtez à cela l'embarras des tuyaux : car comme ces imperfections empêchent qu'on ne puiſſe donner une ouverture & des oculaires à l'objectif, ſelon la proportion qui a été marquée dans la table, la moitié de la longueur de ces lunettes eſt occupée par les trois oculaires, ſi ces lunettes ſont un peu petites.

ART. XXIV. Qu'une lunette à quatre verres eſt preferable à une à trois verres, quoiqu'il ſemble que le contraire devroit arriver.

Mais comme une lunette à trois verres a un verre moins que celle dont nous venons de parler, il ſemble qu'elle lui doit être preferée, & elle le devroit être effectivement, ſi en récompenſe elle n'avoit pas encore des deffauts bien plus conſiderables que l'autre.

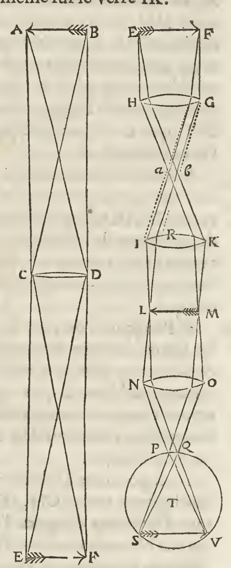
ART. XXV. Deſcription d'une lunette à quatre verres avec pluſieurs remarques qu'on en peut faire.

Pour en être convaincu on n'a qu'à les comparer enſemble, & ſoit premierement pour une lunette à quatre verres AB quelque objet éloigné ; ſoit CD un verre objectif ; ſoit EF le foyer commun de l'objectif CD, & du premier oculaire GH ; ſoit IK le deuxiéme oculaire éloigné du premier, de la diſtance de leurs foyers ; ſoit LM le foyer commun du deuxiéme oculaire IK, & du dernier oculaire NO ; & ſoit enfin PQ la prunelle de l'œil T.

Cela étant, les rayons qui partent du point F

deviendront paralleles aprés avoir traversé le verre GH, & tomberont de même sur le verre IK.

Or comme il y a parmi eux des rayons rouges & des rayons bleus, les rayons rouges souffrant la plus petite refraction, se separeront des autres & tomberont par éxemple, au point R; & les rayons bleus & violets souffrant la plus grande refraction, se separeront pareillement des autres & tomberont par exemple au point I. Mais comme ces rayons ainsi separez les uns des autres doivent assez bien se rejoindre dans le foyer commun des deux verres IK, NO au point L, ou tant soit peu au dessous de ce point, aprés avoir traversé le verre IK qui les doit redresser & les remettre sur le chemin d'où le verre GH les avoit



fait égarer; tous les rayons qui ſont partis du point A, ne doivent tomber guéres autrement ſur le verre N O, en partant du point L, qu'ils étoient tombez ſur le verre G H en partant du point F; & par conſequent ces rayons ne doivent pas entrer avec beaucoup plus de couleur & de confuſion dans la prunelle PQ étant placée au foyer du verre NO, que ſi elle avoit été placée au foyer du verre G H à l'endroit *a b*.

ART. XXVI. Premiere remarque touchant les lunettes à quatre verres.

Il ſera aiſé de concevoir à preſent, 1° pourquoi l'on voit du rouge vers les bords, lorſque les deux verres GH, IK ſont plus éloignez l'un de l'autre que de la diſtance de leurs foyers: car alors quantité de rayons bleus, comme *a b*, *o* I échapent au verre I K ſans que les rayons rouges, comme *ai*, *oc* lui puiſſent échaper.

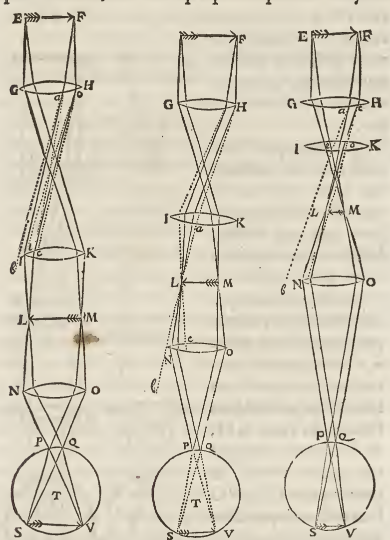
ART. XXVII. Seconde remarque.

2° Pourquoi l'on voit du violet & du bleu vers les bords, lorſque les deux verres GH, I K ſont de beaucoup plus proches l'un de l'autre que de la diſtance de leurs foyers: car alors quantité de rayons rouges, comme *ab* échapent au verre NO, ſans que les rayons violets & bleus, comme I*c* lui puiſſent échaper.

Il eſt pourtant à obſerver ici qu'il vaut mieux que les deux verres GH, IK ſoient plus proches, que d'être trop éloignez l'un de l'autre: car les rayons bleus ne ſont pas ſi dangereux, & ne troublent pas ſi fortement l'objet, que font les rayons rouges.

Il eſt à obſerver auſſi qu'il faut que le deuxiéme oculaire

oculaire IK ait un peu plus d'ouverture que le premier GH, afin de ne pas perdre plusieurs rayons



bleus, ce qui donneroit un peu de confusion, & feroit qu'on verroit du rouge vers les bords.

ART. XXVIII Troisiéme remarque.

3° Pourquoi l'on voit du rouge vers les bords,

lorſque les deux verres GH, IK ſont plus proches l'un de l'autre, que de la diſtance du foyer du verre GH: car alors quantité de rayons violets & bleus, comme *ab* échapent au verre NO ſans que les rayons rouges, comme *ca*N lui puiſſent échaper.

Voyez la troiſiéme figure de la page précedente.

ART. XXIX. Quatriéme remarque.

4° Pourquoi l'on voit tous les deffauts du verre GH & le moindre brin de pouſſiere qui eſt deſſus, lorſqu'on approche ce verre tout auprés du foyer EF, en ſorte que les rayons qui partent par exemple du point F, s'écartent & ſe mettent en divergence, au lieu d'aller paralleles en ſortant du verre GH, & lorſqu'on éloigne en même temps les deux verres IK, NO l'un de l'autre, en ſorte que les rayons qui partent par exemple du point Q, puiſſent aller paralleles en ſortant du verre NO: car chaque brin

E F G H I K L M N O P Q T S V
E F G H L M I K N O P Q T S V

de poussiere intercepte tous les rayons qui partent d'un point dans l'objet A B, & cachent ce point entierement.

5° Pourqnoi l'on voit tous les deffauts du verre I K, & le moindre brin de poussiere qui est dessus, lorsqu'on éloigne le verre G H du foyer E F, en sorte que les rayons qui partent par exemple du point F s'assemblent tout contre le verre I K, au lieu d'aller paralleles en sortant du verre G H, & lorsqu'on approche en même temps les deux verres IK, NO l'un de l'autre, en sorte que les rayons qui partent par exemple du point L, puissent aller paralleles en sortant du verre NO, &c. ART. XXX. Cinquiéme remarque.

Ils'ensuit de ce que nous venons de dire, 1° qu'il vaut mieux employer trois oculaires d'un même foyer, que de differens foyers. 2° Qu'il vaut mieux employer de bons oculaires & un objectif mediocre qu'un bon objectif avec des oculaires mediocres, ce que l'experience même nous apprend : car trois bons oculaires avec un objectif mediocre, font une bonne lunette, au lieu que trois oculaires mediocres & un bon objectif, n'en font qu'une méchante. 3° Qu'il vaut beaucoup mieux que l'oculaire, qui pourroit être inferieur en bonté aux deux autres, soit du côté de l'œil que du côté de l'objectif, ou dans le milieu des trois. 4° Qu'on peut mettre un diaphragme d'une tres-petite ouverture, comme *ab* dans le foyer commun des deux verres GH, IK. 5° Que si le deuxiéme oculaire IK est d'un plus petit foyer que les deux autres G H, ART. XXXI. Plusieurs autres remarques touchant les lunettes à quatre verres.

Voyez les deux figures de la page 167.

NO, que je ſuppoſe être tous deux d'un même foyer; la lunette approchera, & groſſira moins que ſi cet oculaire IK étoit de même foyer que les autres, & au contraire. 6° Que ſi le premier oculaire GH eſt d'un plus petit foyer que les deux autres IK, NO, que je ſuppoſe être de même foyer, la lunette approchera & groſſira plus que ſi cet oculaire GH étoit de même foyer que les deux autres, & au contraire. 7° Que la même choſe arrivera ſi le dernier oculaire NO eſt d'un plus petit foyer que les deux autres GH, IK, que je ſuppoſe être de même foyer, &c.

ART XXXII. Deſcription d'une lunette à trois verres & pluſieurs remarques qu'on peut faire là deſſus.

Examinons à preſent une lunette à trois verres, & ſoit AB quelque objet éloigné; ſoit CD un verre objectif; ſoit EF l'endroit où ſe repreſente l'image de l'objet; ſoit GH le premier oculaire; ſoit cK le ſecond oculaire; & ſoit enfin PQ la prunelle de l'œil T. Cela étant il faut que l'image EF ſoit éloignée du verre GH de deux fois ſon foyer, afin de pouvoir repreſenter une autre image en LM, à la même diſtance de ce verre.

Mais comme les rayons qui partent du point F auroient échapez au verre cK, s'ils étoient tombez ſur l'extremité du verre GH, à cauſe qu'ils paſſent par le foyer de ce verre au point R, qui eſt deux fois plus proche du verre GH, que du verre cK, dont je ſuppoſe que les diametres ſont égaux; cette lunette ne peut pas découvrir tant d'objets à la fois, qu'une lunette à quatre verres, qui a des oculaires & un objectif d'une même qualité.

Aprés cela les rayons rouges, comme *ai, bd*, & les rayons bleus, comme *bc, aò* ne peuvent pas s'aſſembler au même point; mais les rayons bleus s'aſſembleront au point L, & échaperont par conſequent au verre *c*K; & les rayons rouges s'aſſembleront au point *e*, & tomberont par conſequent tous ſur le verre *c*K, ce qui nous doit faire voir beaucoup de rouge vers les bords, principalement s'il y a beaucoup de rayons bleus qui échapent au verre *c*K.

Et enfin, parce que l'image EF de l'objet AB doit être éloignée du verre GH de deux fois le foyer de ce verre; que les deux oculaires GH, *c*K doivent être éloignez l'un de l'autre de trois fois ce foyer,

ſuppoſé que ces deux oculaires ſoient égaux; & que les rayons qui ſe croiſent en R, ne ſe peuvent plus croiſer pour entrer dans la prunelle PQ qu'à un endroit, qui eſt autant éloigné du verre *c*K que le point R en eſt éloigné; cette lunette ſera encore plus longue que ſi elle étoit compoſée de quatre verres.

On auroit pû donner un autre arrangement à ces verres, que celui que je viens de leur donner; mais il eſt encore le meilleur & le plus avantageux de tous ceux que l'on pourroit s'imaginer.

AR. XXXIII. Qu'il eſt inutile de parler des lunettes à 5, à 6, à 7 verres, &c.

Aprés ce que je viens de dire des lunettes à trois verres, je croirois perdre mon temps & le faire perdre aux autres, ſi je voulois faire voir que les lunettes à 5, à 6, & à 7 verres, &c. ſont inferieures à celles qui ne ſont compoſées que de quarre verres.

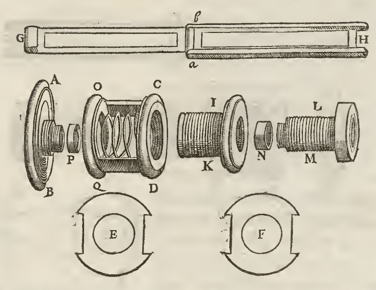
ART XXXIV Que je ne parle pas des binocles & pourquoi.

Je ne parle pas des lunettes binocles, puiſqu'il eſt certain que l'embarras qu'elles cauſent, ſurpaſſe de beaucoup l'utilité que l'on en pourroit eſperer par deſſus les autres, & qui dans le fond ſeroit encore tres-peu de choſe.

ART. XXXV. Deſcription d'un microſcope à une ſeule lentille.

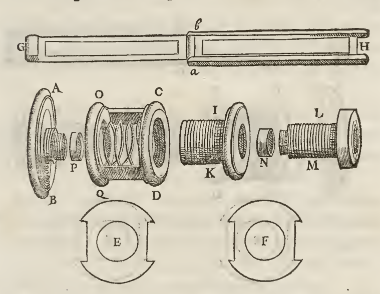
Aprés avoir parlé des lunettes d'approche, il me reſte à parler des microſcopes. Les meilleurs ſont avec un ſeul verre, depuis deux ou trois lignes juſqu'à la dixiéme partie d'une ligne de foyer, dont on ſe ſert fort commodément avec l'aide d'une machine dont voici la deſcription. AB eſt une eſpece de coquille pour y mettre l'œil, & empêcher les rayons lateraux d'y entrer. P eſt une boëte où ſe met la lentille enchaſſée entre deux lames d'argent, &

qui va à vis sur la coquille AB. OC, QD sont deux piliers qui soûtiennent les deux anneaux CD, OQ.



La coquille AB entre à vis dans l'anneau OQ. En dedans se voit un ressort en helice, qui pousse & éloigne de la lentille, l'objet enfermé entre deux lames de talc, que je mets dans un chassis de cuivre GH, qu'on ouvre & qu'on ferme par le moyen d'une charniere *a b*. L'on colle deux lames de talc sur l'un & l'autre des côtez de ce chassis, pour y enfermer un objet vivant qu'on veut observer; mais si c'est quelque liqueur que l'on veuille examiner, on n'a qu'à y mettre une seule lame de talc, & là-dessus une petite goute de la liqueur du côté de l'anneau CD. E, F sont deux lames de cuivre extrémement minces, qui se peuvent hausser & baisser le long des pilliers OC, QD, & qui servent

à couler entre deux le chaſſis GH qui tient l'objet. IK eſt un petit tuyau qui tourne à vis dans l'anneau



CD, & qui pouſſe le chaſſis GH vers la lentille. LM eſt un autre petit tuyau qui tourne à vis dans le tuyau IK, & ſur le bout duquel on tourne à vis une boëte N, où l'on met une groſſe lentille, afin de pouvoir éclairer l'objet plus ou moins ſelon le beſoin.

ART. XXXVI Les deffauts des ces microſcopes, & pour quels objets ils peuvent le plus ſervir.

Ces microſcopes ont cela d'incommode, qu'on n'y voit qu'une tres-petite partie d'un objet à la fois, & qu'on ne le peut éclairer que par derriere, & au travers de ſon épaiſſeur, en ſorte que ces microſcopes ne peuvent guéres être d'uſage que pour les objets extrémement petits, comme ſont les inſectes que l'on voit nager dans les eaux croupies, dans la ſemence des animaux, &c. ou pour des ob-

jets

jets presque transparens, comme un pou, une petite punaise, &c.

AR. XXXVII. Description d'un microscope à deux verres.

Si l'on veut voir des objets éclairez par dessus, & si l'on en veut voir une grande partie à la fois, l'on peut faire des microscopes à deux verres, dont voici la description.

Soit AB quelque objet; soit CD une lentille éloignée de l'objet AB, en sorte que son image LM se represente huit ou dix fois, &c. plus éloignée de cette lentille qu'il n'en est éloigné lui-même, & par consequent autant de fois augmentée; soit EF un verre oculaire, éloigné de cette image de la distance de son foyer; & soit enfin PQ la prunelle de l'œil T. Cela étant, les rayons qui partent du point A se réüniront au point M, aprés avoir traversé le verre CD, & ce point sera éloigné du verre CD, en sorte que la distance qu'il y a de ce verre à son foyer, soit à la distance de ce verre au point M, comme la distance du point A au verre

CD moins la diſtance du foyer au verre, eſt à la diſtance du point A au verre.

Or les rayons qui partent du point M deviendront paralleles, aprés avoir traverſé le verre EF, parce que le point M eſt dans ſon foyer. Et comme tous les rayons qui partent de quelque point de l'objet AB, ſe croiſent dans le verre CD, avec d'autres qui partent de quelque autre point dans cet objet; ils ſe croiſeront encore aprés avoir traverſé le verre EF en ſorte que la diſtance qu'il y a de ce verre à ſon foyer LM, ſoit à la diſtance de ce verre à l'endroit où ils ſe croiſent pour entrer dans la prunelle, comme la diſtance qu'il y a du verre CD à l'endroit LM qui eſt le foyer du verre EF, eſt à la diſtance qu'il y a entre les deux verres CD, EF.

AR. XXXVIII. Comment on peut éclairer un objet qui n'eſt pas ſuffiſamment éclairé.

Si l'objet AB n'étoit pas aſſez éclairé, on le pourroit ſuffiſamment éclairer en le mettant plus ou moins dans le foyer d'un verre convexe, comme N.


PLENILVNIVM
ECLIPTICVM
37
38
31
21
D
39
30
20
13
6
G
B
40
32
14
A
H
35
34
E
28
5
19
36
29
25
24
10
9
I
F
II
33
27
15
4
16
2
26
18
22
C
3
23
12
8
17
7
Duchange f.

NOMINA MACULARUM LUNÆ.

1 Grimaldus
2 Galileus
3 Ariſtarchus
4 Keplerus
5 Gaſſendus
6 Thales
7 Harpalus
8 Heraclides
9 Lanſbergius
10 Reinoldus
11 Copernicus
12 Helicon
13 Pythagoras
14 Bulialdus
15 Eratoſthenes
16 Timocharis
17 Plato
18 Archimedes
19 Ptolemæus
20 Hipparchus
21 Tycho
22 Eudoxus
23 Ariſtoteles
24 Manilius
25 Menelaus
26 Hermes
27 Poſſidonius
28 Caſſinus
29 Plinius
30 Regiomontanus, Purbachius, & Metius
31 Carteſius
32 Neperus
33 Hevelius
34 Alphonſus
35 Proclus
36 Cleomedes
37 Snellius & Furnerius.
38 Ricciolus
39 Democritus
40 Albategnius
41 Sylva prima
42 Sylva ſecunda
43 Sylva tertia
44 Sylva quarta
45 Sylva quinta
46 Sylva ſexta
47 Sylva ſeptima
48 Sylva octava

On trouvera peut-être mauvais que j'aye changé quelques noms de ceux que Riccioli a donné aux taches de la Lune, d'autant plus qu'ils ſemblent déja établis par l'uſage ; mais comme je dis que les endroits, qu'il croit être des mers, ne ſont, ce me ſemble, que des forêts, j'ai été contraint de faire ce petit changement, & j'ai pris en même temps la liberté de donner à quelques taches des noms qui me ſemblent plus celebres que ceux qu'il leur avoit donné.

J'ai dit que la plûpart des taches ſont des eſpeces de puits tout ronds ; mais comme elles ont beaucoup plus de largeur que de profondeur, & qu'ainſi le mot de puits ne leur convient peut-être pas aſſez bien, entraînant une autre idée avec ſoi ; j'aurois mieux fait de dire que ce ſont des eſpeces de baſſins avec une élevation en forme de dôme, ou d'une montagne toute ronde, dans le milieu.

Il ſera neceſſaire de mettre un diaphragme au foyer du verre EF : c'eſt-à-dire en LM par la même raiſon que nous avons fait voir, qu'il eſt neceſſaire de mettre des diaphragmes dans les lunettes d'approche ; & cela même fait voir que le troiſiéme verre, que l'on met ordinairement entre les deux autres pour découvrir un grand champ, y eſt tout-à-fait inutile pour cela.

ART. XXXIX Qu'il eſt neceſſaire de mettre un diaphragme dans un microſcope à deux verres, & ce qu'on en peut conclure.

CHAPITRE X.

Des obſervations faites avec des lunettes d'approche, & avec des microſcopes.

LORSQU'ON regarde la lune avec une lunette de 36 pieds, dont l'ouverture & l'oculaire ont trois pouces ; il eſt évident par ce que nous avons déja dit, que l'on y doit voir un objet de 14000 pieds de diametre environ ſous un angle de 6 min. Et toute la lune nous doit paroître à peu prés comme cette figure la repreſente.

ART. I. Qu'un objet dans la lune qui a 14000 pieds de diametre, ſe voit ſous un angle de 6 min. avec une lunette de 36 pieds, & dont l'oculaire a 3 pouces.

21 Eſt une tache, à laquelle Riccioli a donné le nom de Tycho. C'eſt une eſpece de puits tout rond, d'une profondeur extrême, & d'une tres-grande largeur. Il y a dans le milieu de ſon fond une élevation qui paſſe en hauteur ſes bords, & qui nous paroît en forme de dôme. L'on voit depuis le bord de ce puits, pluſieurs traits blancs & illuminez, dont la plûpart s'étreciſſent à meſure qu'ils s'en éloignent, & s'étendent juſqu'à d'autres puits d'une

ART. II. Deſcription d'une tache, à laquelle Riccioli a donné le nom de Tycho.

ſemblable conſtruction; mais dont la largeur & la profondeur ſont beaucoup moindres. Quelques-uns de ces puits paroiſſent n'avoir point de dôme.

ART. III. Qu'il y a apparence que cette tache, & la plûpart des autres, ſont des eſpeces de villes.

L'on peut ſuppoſer que les habitans de la lune, s'il y en a, ont creuſé ce puits pour s'y garentir de l'ardeur du ſoleil, pendant leurs jours d'un demi-mois chacun, & qu'ils ont élevé le dôme à la hauteur dont nous le voyons, de ce qu'ils ont tiré de ce puits en le creuſant. Et ſi les conjectures peuvent avoir ici quelque lieu, l'on peut croire qu'ils ont creuſé dans ce dôme & dans la circonference de ce puits, des cavernes & des trous, à peu prés comme font nos lapins, pour s'y cacher & pour s'y garentir du froid pendant leurs longues nuits d'un demi-mois chacune, de ſorte que tous les puits que l'on découvre dans la lune, étant leurs habitations ordinaires, ne ſeroient que des eſpeces de villes.

ART. IV. Que la tache de Tycho eſt la ville capitale de toutes celles qui ſont ſituées autour.

Or cela étant, l'on pourroit croire que ces traits blancs & illuminez qui vont de cette ville, dont nous venons de faire la deſcription, à d'autres qui ſont ſituées autour, ne ſont que de grands chemins applanis par ces habitans; & que peut être cette ville eſt la capitale de toutes les autres.

ART. V. Que les taches 4, 11, &c. ſont auſſi des villes capitales.

L'on peut encore ſuppoſer la même choſe des taches, 4, 11, & de quelques autres.

ART. VI. Que les parties obſcures ne ſont pas des mers comme on a crû; mais plûtôt de grandes forêts.

Pour ce qui eſt des parties obſcures & que l'on croit communément être des mers, je croirois plus volontiers que ce ne ſont que de grands bois : car lorſqu'on les obſerve avec des lunettes de 100 & de 200 pieds, on y voit une infinité de tres-petits en-

droits illuminez, principalement lorſque le ſoleil donne perpendiculairement deſſus; & ce n'eſt ſans doute autre choſe que des endroits où il n'y a ni arbres ni plantes, & qui étant peut-être un peu ſablonneux, reflechiſſent beaucoup mieux la lumiere que ne font les feüillages. Au reſte comme l'on obſerve qu'un côté de ces parties obſcures eſt plus lumineux qu'un autre; que le milieu eſt plus lumineux que les bords, ou les bords plus que le milieu, &c. il n'y a point d'apparence que ces parties obſcures ſoient des mers qui ſeroient également éclairées par tout.

ART. VII. Qu'il y a des rochers dans la lune.

L'on y voit outre cela des grands rochers eſcarpez dont l'ombre s'étend aſſez loin ſur la campagne de la lune, & ſe racourcit à meſure que le ſoleil s'y éleve.

ART. VIII. Que les fleuves, qu'il ſemble qu'on y découvre, ne peuvent pas être viſibles, à moins d'avoir une tres-grande largeur

Pour ce qui eſt des fleuves, il ſemble qu'on y en découvre trois ou quatre; mais comme ils doivent avoir 14000 pieds de largeur pour être veûs ſous un angle de 6 min. par une lunette de 36 pieds, ils ne peuvent pas être viſibles, à moins que d'avoir une largeur extrême.

ART. IX. Que j'ai fait un verre de 600 pieds pour obſerver la lune.

J'ai un verre objectif de prés de 600 pieds de foyer, que j'ai fait exprés pour obſerver la lune: car pour ce qui eſt des autres planettes, c'eſt tout ce qu'on peut faire que de les bien obſerver avec un verre de 200 pieds.

ART. X. Que je donnerai à ce verre une ouverture & un o-

Je donnerai à ce verre de 600 pieds une ouverture d'un pied, & pareillement un oculaire d'un pied, afin de pouvoir reconnoître dans la lune un objet

culaire d'un pied pour reconnoître dans la lune un objet de 3500 pieds de diametre sous un angle de 6 min.

de 3500 pieds de diametre, sous un angle de 6 min. & je crois qu'il ne faut pas esperer d'aller guéres plus loin, à cause de l'incommodité & de l'embarras à quoi ces grandes lunettes sont sujettes par le mouvement rapide de l'astre.

ART. XI. Que je ferai une carte de la lune, lorsque j'aurai trouvé la commodité de me servir de ce verre.

Lorsque j'aurai trouvé la commodité de me servir de ce verre, je tâcherai de faire une carte exacte de la lune & de tout ce qu'on y découvre de plus remarquable, afin que la posterité puisse connoître s'il y arrive quelque changement considerable.

ART. XII. Ce qu'on observe à l'égard des deux planettes Venus & Mercure.

L'on voit les deux planettes Venus & Mercure changer de phases comme la lune, & augmenter, ou diminuer de grandeur apparente, suivant leurs diverses positions avec le soleil & la terre.

ART. XIII. Que la planette de Mars paroît rougeâtre, & pourquoi.

On observe la planette de Mars toûjours trouble & d'une couleur rougeâtre, d'où l'on peut conjecturer qu'il y a toûjours autour de cette planette beaucoup de broüillards & de nuages, au travers desquels les rayons de lumiere passant & repassant, nous la font paroître avec cette couleur rouge & sans distinction.

ART. XIV. Qu'il tourne en 24 heures 30 min. sur son axe.

On découvre quelques taches dans son disque, à peu prés comme l'on en découvre dans la lune, qui nous font connoître qu'elle tourne environ en 24 heures 30 min. autour de son axe.

ART. XV. Qu'il y a plusieurs bandes claires & obscures dans la planette de Jupiter.

Pour ce qui est de la planette de Jupiter, l'on voit plusieurs bandes claires & obscures dans son disque, qui s'y étendent d'Orient en Occident, & qui sont pour la plûpart paralleles les unes aux autres : je dis pour la plûpart, puisqu'on en voit quel-

quefois d'obſcures, qui ſont aſſez obliques, & qui paſſant au travers d'une bande claire, ſe terminent de côté & d'autre à une bande obſcure.

Quelques-unes de ces bandes environnent tout le globe de cette planette, & d'autres étant interrompuës, ne s'étendent qu'à une partie de ſa circonference, & la plûpart ſont ſujettes à des variations continuelles, principalement les obliques.

ART. XVI. Qu'il y a outre ces bandes pluſieurs taches claires & obſcures dans cette planette.

L'on y découvre outre ces bandes, des taches claires dans les bandes obſcures, & des taches obſcures dans les bandes claires, qui ſont pareillement ſujettes à des changemens continuels, principalement les taches claires que l'on découvre dans les bandes obſcures; & ces taches nous font voir que cette planette tourne en moins de dix heures autour de ſon axe.

ART. XVII. Qu'elle eſt accompagnée de 4 ſatellites, & comment ils font leur revolution.

Pour ce qui eſt des ſatellites de Jupiter, on voit qu'ils jettent leurs ombres ſur le diſque de cette planette, & qu'ils s'éclipſent en paſſant au travers de ſon ombre.

Le premier fait ſa revolution en un jour 18 heures & 29 min. Le ſecond en 3 jours, 13 heures & 19 min. Le troiſiéme en 7 jours & 4 heures; & le quatriéme en 16 jours, 18 heures & 5 min.

ART. XVIII. Pourquoi ces ſatellites paroiſſent quelquefois plus, & quelquefois moins grands.

Et comme ils paroiſſent quelquefois plus, & quelquefois moins grands, & même qu'ils paroiſſent plus petits que leurs ombres qu'ils jettent ſur le diſque de Jupiter, il y a bien de l'apparence qu'il y a des taches ſur leurs diſques, comme il y en a ſur le diſque de la lune, & qu'ainſi ils nous paroiſſent

plus ou moins grands, ſelon qu'ils tournent plus ou moins vers nous leurs parties obſcures ou lumineuſes.

ART. XIX. Que ces ſatellites ne tournent pas autour de leurs axes.

Au reſte l'on peut croire que ces ſatellites ne tournent pas autour de leurs axes, non plus que la lune ne tourne pas autour du ſien, parce que l'on obſerve que les mêmes apparences arrivent toûjours dans les mêmes parties de leurs orbes.

ART. XX. Que le globe de Jupiter eſt ſemblable au globe de la terre.

L'on peut ſuppoſer que le globe de Jupiter eſt ſemblable à celui que nous habitons; que les bandes obſcures ne ſont que des mers; que les taches claires que l'on y voit ne ſont que des iſles qui ſe rencontrent dans ces mers; que les interſtices clairs ne ſont que des terres; & enfin que les taches obſcures ne ſont que de grands lacs ou des inondations dans ces terres, ou bien de grandes foreſts, ſi ces taches ſont conſtantes, &c.

ART. XXI. Qu'il y a ſur la terre des courants d'eau & des vents, qui vont continuellement d'Orient en Occident, & pourquoi.

L'on apperçoit ſur nôtre globe qu'il y a des vents & des courants d'eau qui vont continuellement d'Orient en Occident, à moins qu'ils n'en ſoient détournez par quelque cauſe étrangere, comme par des rayons du ſoleil, ou par quelque corps qui s'oppoſe à leur paſſage. Or il eſt vrai-ſemblable que cela n'arrive que parce que la terre tournant en 24 heures autour de ſon axe d'Occident en Orient, laiſſe l'air & les eaux un peu en arriere, à cauſe que ces deux corps ne peuvent pas ſi bien ſuivre ce mouvement.

ART. XXII. Que ces courants doivent

Et comme un point qui eſt par exemple dans l'equateur de Jupiter, ſe meut environ avec 25 fois plus

plus de vîteſſe qu'un point qui eſt dans l'equateur de la terre, parce que la circonference de Jupiter eſt environ 10 $\frac{1}{2}$ fois plus grande que celle de la terre, & que cette planette tourne environ avec 2 $\frac{2}{5}$ fois plus de vîteſſe autour de ſon axe, que la terre ne tourne autour du ſien ; que ſes quatre ſatellites ſont des lunes beaucoup plus grandes que la nôtre & beaucoup plus proche de cette planette que la lune n'eſt de la terre ; & que ſelon toutes les apparences, ſon equateur ne decline guéres de ſon ecliptique : il eſt à croire que le vent & les courants d'eau y ſont peut-être 100 fois plus grands que ceux qui ſont ſur la terre ; & que les flux & reflux & les inondations qu'ils produiſent y ſont auſſi ſans doute beaucoup plus conſiderables que les nôtres.

être beaucoup plus forts dans le globe de Jupiter que ſur la terre, & pourquoi.

ART. XXIII. Qu'il en doit arriver des changemens continuels dans le globe de Jupiter.

Or comme l'experience nous apprend que les courants d'eau font de terribles changemens ſur la terre ; qu'ils emportent des iſles d'un endroit qu'ils forment dans un autre ; qu'ils font de nouveaux lits & cherchent de nouveaux paſſages ; nous ne ſerons pas ſurpris de voir des variations continuelles dans la plûpart des bandes & des taches de Jupiter, & que la plûpart des bandes ſont pour ainſi dire paralleles les unes aux autres, principalement s'il étoit vrai comme cela ſe pourroit, & comme on le pourroit conjecturer de la lumiere éclatante que cette planette reflechit vers nous, qu'au lieu de rochers & de terre ſemblable à celle que nous cultivons, il n'y auroit pour la plûpart qu'un ſable luiſant

& facile à être remué, à peu prés comme celui de nos dunes au bord de la mer.

ART. XXIV. Que les Aſtronomes de ce ſiecle ont été fort ſurpris de voir autour de Saturne un anneau mince & plat, qui ſe perd entierement de veûë, lorſqu'il preſente ſon côté plat, ce qui lui arrive de 15 en 15 années.

Rien n'a tant ſurpris les Aſtronomes de ce ſiecle, que de voir le globe de Saturne entouré d'une eſpece d'anneau plat & mince, dont les phaſes varient inſenſiblement chaque jour, en ſorte que s'il nous preſente en un certain temps l'un de ſes côtez plats avec la moindre obliquité, & le plus ouvertement qu'il ſe peut, il nous preſente environ 7 ans & $\frac{1}{2}$ aprés, ſon côté tranchant, ſi on le peut appeller ainſi, ce qui le rend tout-à-fait inviſible, environ 7 ans & $\frac{1}{2}$ aprés l'autre côté plat, avec la moindre obliquité, & environ 7 ans & $\frac{1}{2}$ aprés le même côté tranchant, & ainſi de ſuite.

Quand je parle des côtez plats de l'anneau, il ne faut pas entendre que ces côtez ſoient parfaitement plats; car puiſque l'on obſerve qu'il y en a toûjours une partie plus éclairée que l'autre, c'eſt-à-dire celle qui eſt en de-çà du corps de Saturne, il y a beaucoup d'apparence que ces côtez ſont un peu convexes; & qu'ainſi les rayons de lumiere tombant plus perpendiculairement ſur le côté qui eſt en de-çà, que ſur celui qui eſt au de-là du corps de Saturne, éclairent plus le premier que le dernier.

ART. XXV. Qu'il y a outre cet anneau cinq ſatellites, qui font leur revolution autour de cette planette.

On ne trouve pas ſeulement cette planette entourée de cet anneau, mais encore de cinq ſatellites, dont le premier fait ſa revolution en 1 jour, 21 heures & 19 min. le ſecond en 2 jours, 17 heures & 43 min. le troiſiéme en 4 jours, 12 heures & 27 min. le quatriéme en 15 jours, 23 heures & 15 min.

& le cinquiéme en 79 jours & 21 heures.

Et comme l'on obſerve ici de même que dans Jupiter, que ſes ſatellites ſont quelquefois plus, & quelquefois moins grands, & même que le dernier s'éclipſe tout-à-fait pendant quelque eſpace de temps; l'on peut encore conclure que leur grandeur apparente ne change que parce qu'ils tournent plus ou moins vers nous leurs parties obſcures ou lumineuſes; & comme les mêmes apparences arrivent toûjours dans les mêmes parties de leurs orbes; on peut juger qu'ils ne tournent pas autour de leurs axes, non plus que la lune ne tourne pas autour du ſien.

ART. XXVI. Que ces ſatellites ſe voient quelquefois plus, quelquefois moins grands, & qu'il y en a un qui ſe cache entierement pendant un certain temps, & pourquoi.

Et comme ce dernier ſatellite, qui s'éclipſe tout-à-fait, demeure dans chaque révolution de 79 jours 21 heures, plus d'un mois inviſible, & que cela lui arrive lorſqu'ayant paſſé la conjonction dans la partie ſuperieure de ſon orbe, il commence à deſcendre vers la partie inferieure, en approchant plus vers la terre; l'on peut ſuppoſer que le côté de ce ſatellite qui eſt alors tourné vers nous, n'eſt autre choſe que des eaux, qui ne reflechiſſent pas ſi bien la lumiere, que les terres qui ſont à l'autre côté; & qui étant plus legeres que ces terres, font que ce ſatellite ne peut pas tourner autour de ſon axe; mais qu'il ſe tienne dirigé avec ſa partie la plus peſante en bas vers le globe de Saturne, à peu prés comme un volant qui voltige dans l'air; & ceci nous donne lieu de conjecturer la méme choſe de la lune.

ART. XXVII. Pourquoi le dernier ſatellite de Saturne demeure dans chaque revolution plus d'un mois inviſible, & pourquoi la lune ne tourne pas autour de ſon axe.

L'on obſerve que le globe de Saturne jette ſon

AR. XXVIII. Que Saturne

jette son ombre sur l'anneau, & l'anneau la sienne sur Saturne.

ombre sur l'anneau, & que cet anneau jette la sienne sur le globle de Saturne, ce qui est un argument invincible que ce sont deux corps opaques.

ART. XXIX. Qu'il est vraisemblable que Saturne tourne autour de son axe, & pourquoi.

Il n'y a rien que je sçache qui nous puisse faire voir clairement que le globe de Saturne tourne autour de son axe, comme celui de Jupiter tourne autour du sien, & que son anneau fait des revolutions comme ses satellites; mais il n'y a rien de plus vraisemblable, non seulement parce qu'on voit que les autres planettes tournent autour de leurs axes; mais parce qu'il n'y a nulle apparence qu'ils puissent demeurer en repos dans le centre de cinq orbes, dans chacun desquels un assez grand corps acheve sa revolution avec une vîtesse tres-grande.

ART. XXX. Ce qui doit arriver si Saturne tourne sur son axe, & l'anneau autour de Saturne.

Or si l'on suppose qu'il tourne avec son anneau autour de son axe; il est évident que cet anneau ne peut être guére éloigné de son équateur, & il est probable que la cause de la variation des phases de cet anneau, vient de ce que l'axe de Saturne qui coupe l'orbe dans lequel il fait sa revolution dans l'espace d'environ 30 ans, avec un angle qui est plus grand que de 30 degrez, est toûjours dirigé vers les mêmes parties du ciel pendant qu'il fait sa revolution dans son orbe, par la même raison que l'axe de la terre y est dirigé pendant qu'elle fait sa revolution annuelle.

ART. XXXI. Ce qui devroit arriver s'il y avoit de l'eau sur le côté tranchant de l'anneau.

Si l'on suppose à present que l'anneau de Saturne fait sa revolution avec une vîtesse proportionnée à celle avec laquelle ses satellites font leurs revolutions, & si le dessus de l'anneau, ou ce que nous

avons appellé son côté mince, ou tranchant, étoit formé d'une espece de terre & d'eau; il est indubitable que l'eau y creuseroit dans le milieu, comme une espece de fossé, & qu'ainsi ce côté tranchant nous devroit paroître lumineux de deux côtez, avec une bande obscure dans le milieu, si nous avions des lunettes assez longues pour le découvrir.

ART. XXXII. Qu'on observe des taches dans le Soleil; mais qu'elles sont rares à present.

Il y a 50 ou 60 ans qu'on n'observoit presque jamais le Soleil sans y trouver quelques taches: c'est-à-dire, quelques corps opaques, qui flottant sur sa surface, nous déroboient une partie de sa lumiere; mais à present elles sont devenuës si rares, qu'il se passe quelquefois deux ou trois ans, sans qu'il en paroisse aucune.

ART. XXXIII. Qu'il pourroit arriver qu'elles couvriroient toute la surface du Soleil.

On peut ce me semble juger de là qu'elles pourroient un jour devenir assez nombreuses, pour couvrir toute la surface du Soleil, ou du moins la plus grande partie, comme il semble être déja arrivé: car Plutarque & plusieurs Historiens dignes de foi, nous disent que cet astre eût une si foible & si triste lumiere la premiere année du regne d'Auguste, qu'on pouvoit le regarder sans se blesser les yeux, & que la plûpart des fruits ne purent pas venir à leur juste maturité. Et Kepler nous dit que l'année 1547 le Soleil parut ainsi à toute la terre, depuis le 24 jusqu'au 28 d'Avril, avec une couleur rougeâtre, comme quand on le regarde au travers de quelque broüillard.

ART. XXXIV. Ce qu'on observe touchant ces taches.

Ce que l'on observe de plus remarquable touchant ces taches, est qu'elles ne gardent aucune fi-

gure particuliere ; que la plûpart se trouvent entourées d'un atmosphere en forme de nuage ou de fumée, où elles se font voir à peu prés comme l'on voit le noyau dans une comete ; qu'il y en a qui ne paroissent être qu'un simple nuage ou fumée, sans aucun noyau dans leur centre ; qu'il semble qu'elles flottent immediatement sur la surface du Soleil, comme l'on voit flotter l'écume sur quelque liqueur qui commence à boüillir: car elles employent pour aller d'un bord à l'autre, la moitié du temps qu'elles employent pour faire une revolution entiere ; qu'elles sont toutes sujettes à des changemens continuels, tant à l'égard de leur figure, qu'à l'égard de leur grandeur, & qu'elles paroissent & disparoissent en tres-peu de temps, principalement celles qui ne semblent être que de la fumée; qu'elles tournent autour du Soleil environ en 25 jours, c'est-à-dire, à l'égard des étoiles fixes : car c'est environ en 27 jours qu'elles tournent autour de cet astre, à l'égard de l'apparence faite à la terre ; mais qu'il arrive rarement qu'elles fassent une revolution entiere ; qu'elles tournent autour du Soleil parallelement à son équateur propre, qui decline du plan de l'ecliptique d'environ 7 degrez, & qui le coupe vers les dix degrez des Gemeaux, où est son nœud ascendant, & vers les dix degrez du sagittaire, où est son nœud descendant; & enfin qu'à l'endroit du Soleil, où son feu a gagné & consumé quelque tache, il paroist une lumiere plus vive & plus éclatante que celle que l'on observe dans le reste de sa sur-

face, en ſorte qu'il ſemble qu'une flamme extraordinairement claire ait ſuccedé à ſa place, comme il arrive quand on a jetté quelque matiere combuſtible dans le feu.

Ces obſervations, & principalement la derniere, nous peuvent mener aux conjectures ſuivantes; ſçavoir, que le Soleil n'eſt qu'un tres-grand amas du premier element, ou d'un feu preſque ſemblable à celui que nous voyons ici bas; que ce feu a continuellement beſoin de nourriture, qu'il prend ſans ceſſe de l'air qui l'environne & qui eſt peut-être rempli de ſalpetre & d'autre matiere combuſtible, de même que celui que nous reſpirons; que toute la ſurface du Soleil eſt toûjours entourée d'une eſpece de fumée aſſez legere qui s'éloigne continuellement de ſon centre, par la même raiſon que la fumée de nôtre feu s'éloigne du centre de la terre.

ART. XXXV. Quelles conjectures on peut tirer de ces obſervations:

Cela étant l'on en pourroit conclure, que cette fumée doit deſcendre derechef vers le Soleil, lorſque pluſieurs de ſes petites parties ſe ſont conglomerées & devenuës par conſequent aſſez peſantes pour y pouvoir retourner, & ſervir de nouvelle nourriture à cet aſtre; que cette fumée ſortant ſans ceſſe de tous les côtez du Soleil, ne peut pas faire beaucoup de chemin ſans être pouſſée vers ſon équateur, où la matiere etherée a plus de mouvement que vers ſes poles; que cette fumée ſi elle s'éloigne aſſez du Soleil pour que les rayons de cet aſtre qui la rencontrent, s'en puiſſent reflechir vers nous, doit paroître comme une eſpece de lumiere

AR. XXXVI. Quelles concluſions l'on pourroit tirer de ces conjectures ſuppoſé qu'elles fuſſent vrayes.

ſemblable à celle que l'on commence à obſerver vers l'ecliptique, ou entre l'ecliptique & l'équateur du Soleil, & à quoi il ſemble que les Anciens n'ont jamais pris garde, ſuppoſé qu'elle ait toûjours paru plus ou moins, comme il eſt aſſez vrai-ſemblable; & enfin que cette fumée, en s'éloignant du Soleil en un peloton, aſſez gros & aſſez épais pour ſe tenir quelque temps en état ſans ſe diſſiper conſiderablement, nous pourroit faire voir dans le ciel des croix, des epées, des batailles, & mille autres choſes, ſuivant que le hazard diſpoſeroit differemment les parties de cette fumée, comme il arrive lorſqu'il ſemble qu'on découvre ces choſes dans les nuées.

AR. XXXVII. Quelques obſervations de certaines lumieres veûes dans le ciel.

On trouve dans les Hiſtoires pluſieurs obſervations de ces ſortes de lumieres, dont voici quelques-unes. Charimander au rapport de Seneque dans le commencement du ſeptiéme livre des Queſtions naturelles, dit qu'Anaxagoras avoit obſervé une grande & extraordinaire lumiere, qui parut pendant pluſieurs jours, de la grandeur d'une longue poutre; & Seneque dit lui-même que Calliſthene avoit obſervé une ſemblable lumiere en forme d'un feu étendu en long, avant que les deux celebres villes d'Achaie, Helice & Buris fuſſent ſubmergées.

Le 10 de Mars 1668 il parut un ſentier de lumiere, ſemblable à la queuë d'une comete, qui occupoit l'eſpace de 30 degrez en longueur, & un peu plus d'un degré $\frac{1}{2}$ en largeur. Elle alloit par un mouvement particulier vers l'Orient, & vers le Septentrion, & paſſa pendant l'eſpace de neuf jours par diverſes

diverses étoiles du fleuve Eridan, dont elle n'empêchoit pas la veuë.

Tout ce que nous venons de dire des taches du Soleil ne peut être entendu que de celles qui paroissent flotter immediatement sur sa surface, & qui ne peuvent avoir guéres d'épaisseur, puisqu'on les voit s'étrecir à mesure qu'elles s'approchent de ses bords.

A.XXXVIII. Que les taches du Soleil n'ont guéres d'épaisseur, & d'où on le peut connoître.

Mais s'il arrive qu'une masse assez considerable de la matiere du second élement, s'assemble dans le corps du Soleil; elle s'y formera en une espece de globe, à cause qu'elle y sera également pressée de toutes parts. Or si ce globe, qui pourroit égaler, & même surpasser quelquefois toute la terre en grandeur, est poussé hors du Soleil; il s'en éloignera avec d'autant plus de rapidité, qu'il sera plus leger que la matiere étherée qui le doit recevoir; & continuera sa route jusqu'à ce qu'ayant passé bien au de-là de l'endroit de son equilibre, il soit obligé de retourner vers cet astre, avec la même rapidité qu'il en étoit parti, & de s'y plonger de nouveau. Et si ce globe est assez leger pour s'avancer jusqu'au chemin de Mars ou de Jupiter, ou plus loin, en sorte que les rayons du Soleil qui le rencontrent pendant qu'il passe par l'hémisphere, où est la terre, se puissent reflechir vers nous; il est manifeste que ce globe paroîtra décrire dans le ciel un arc d'un grand cercle, ou du moins un arc qui s'en approche de fort prés.

AR. XXXIX. Qu'un globe plus grand que toute la terre se pourroit former dans le Soleil, & ce qui pourroit arriver à ce globe.

Et comme ce globe en sortant ainsi du Soleil

ART. XL. Que ce globe

doit être entouré d'un atmoſphere de fumée.

comme d'une fournaiſe, ne peut être autre choſe qu'un corps brûlant & fumant de tous côtez, il doit neceſſairement être entouré d'une eſpece d'atmoſphere de fumée, qui étant de beaucoup plus legere que ce corps fumant lui-même, le doit quitter à meſure qu'elle s'en exhale, & le devancer aſſez conſiderablement.

ART. XLI. Que ce globe doit paroître au milieu d'une chevelure, & avec une queuë de lumiere.

Et comme les rayons du Soleil ne doivent pas ſeulement éclairer ce globe, mais auſſi toute la fumée qui l'accompagne; il ne nous doit paroître que comme une étoile au milieu d'une chevelure, & avec une queuë de lumiere qui doit étre dirigée à peu prés à l'oppoſite du Soleil.

ART. XLII. Que cette queuë peut paroître grande ou petite, & pourquoi.

Or cette queuë ſera grande ou petite, ſuivant que le corps fumant ſera lui-méme grand ou petit, & en état de fournir peu ou beaucoup de fumée; & nous paroîtra ainſi ſuivant qu'elle ſera proche ou éloignée de nous, & veuë avec peu ou avec beaucoup d'obliquité.

ART. XLIII. Ce qui arrivera à ce globe, lorſqu'il s'éloigne du Soleil, en ſorte que nous le perdons pour quelque temps de veuë.

Si ce globe s'éloigne du Soleil, en ſorte que nous le perdions de veuë pour quelque tems, il nous doit encore faire voir à ſon retour vers le Soleil, à peu prés les mémes phenomenes qu'il nous a fait voir en s'en allant: car ayant obſervé que le four d'une verrerie qu'on laiſſoit éteindre de lui-méme, aprés avoir bien bouché toutes les ouvertures, étoit prés d'un mois avant que d'avoir perdu toute ſa chaleur, comme nous avons déja dit; je crois que nous pouvons conclure avec raiſon, que ce globe peut, à cauſe de ſa prodigieuſe grandeur, conſerver ſa plus grande

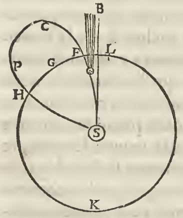
chaleur, non ſeulement pendant pluſieurs mois; mais peut être encore pendant pluſieurs années.

ART. XLIV. Que ce globe nous doit faire voir à ſon retour vers le Soleil, à peu pres les mêmes phenomenes qu'il nous a fait voir en s'en allant, mais non pas entierement, & pourquoi.

Je dis que ce globe nous doit encore faire voir à ſon retour vers le Soleil, à peu prés les mêmes phenomenes qu'il nous a fait voir en s'en allant, puiſqu'il doit perdre avec le temps beaucoup de ſa chaleur, & fournir par conſequent beaucoup moins de fumée pour former ſa chevelure & ſa queuë, à moins qu'il ne fût beaucoup enflamé en s'éloignant du Soleil, & que cette flame ne fût éteinte à ſon retour: car alors ſa fumée devroit être plus abondante, que dans le temps qu'il étoit encore enflamé, & que la flame conſumoit la fumée.

ART. XLV. Qu'on peut voir paſſer ce globe à côté de la terre en pluſieurs manieres differentes.

Si ce globe en ſortant du Soleil paſſe à côté de la terre vis-à-vis des ſignes qu'elle doit encore parcourir, il doit paroître ſe mouvoir contre l'ordre de ces ſignes; & tout au contraire lorſqu'il prend ſon chemin entre la terre & les ſignes qu'elle vient de parcourir, comme cela ſe voit manifeſtement dans cette figure, où SC repreſente le chemin du globe; FGK le chemin de la terre, & S le corps du Soleil: car ſi la terre eſt en L lorſque ce globe s'avance le long du chemin SC, il paroîtra aller contre l'ordre des ſignes, & tout au contraire s'il prend ce chemin lorſ-



que la terre eſt en G. Le contraire doit arriver à ce globe lorſqu'il retourne vers le Soleil : car ſi par e-xemple la terre eſt en G, lorſqu'il y retourne par le chemin PS, il paroitra aller contre l'ordre des ſignes, & ſelon l'ordre des ſignes, s'il prend ce chemin lorſque la terre va de H vers K.

B
C
F
L
P
G
H
S
K

ART. XLVI. Que ce globe doit à la fin retourner vers le Soleil, & pourquoi.

Il n'eſt pas ce me ſemble bien difficile de comprendre que ce globe doit à la fin retourner vers le Soleil, non ſeulement avec la même viteſſe qu'il avoit en le quittant; mais qu'il y doit retourner avec une viteſſe qui ſera bien plus grande, puiſqu'il doit devenir plus peſant, à meſure qu'il jette de la fumée, & qu'il ſe doit par conſequent à la fin plonger de nouveau dans cet aſtre, qui le conſumera en tres-peu de temps pour en former des taches & de la fumée ſur ſa ſurface; ou qui le rejettera enflammé comme auparavant, dans l'air qui l'environne, pour nous faire voir encore de ſemblables phénomenes.

ART. XLVII. Qu'il peut arriver que ce globe ne montre que ſa fumée.

Si ce globe ſortant du Soleil prend ſon chemin à peu prés vers l'endroit où ſe trouve la terre, & que ſa fumée qui le doit devancer ſe ſoit dégagée des rayons du Soleil, pendant qu'il y eſt encore enfoncé lui-même; cette fumée doit paroitre comme une eſpece de lumiere poſée ſur l'horiſon. Et

s'il étoit trop pesant pour monter à une hauteur necessaire pour paroitre lui-même, l'on ne verroit autre chose que cette lumiere posée sur l'horison.

ART. XLVIII. Qu'il pourroit arriver que ce globe montreroit premierement sa fumée le matin, & ensuite le soir, avant que de paroître lui-mesme.

Si ce globe sortant du Soleil prenoit son chemin vers un endroit de l'ecliptique, vers lequel la terre s'avance, & qu'il sortit par exemple du Soleil pour aller le long de la ligne SC pendant que la terre est en L, il pourroit arriver que sa fumée paroitroit le matin, & quelque temps aprés, le soir, avant que de paroitre lui-même.

ART. XLIX. Que cette fumée peut paroître avec une raye obscure dans le milieu, & qu'elle peut paroitre en forme d'une queuë d'hirondelle.

Si dans la colomne de fumée, celle qui est dans le milieu étoit noire, épaisse, & capable d'amortir les rayons du Soleil qui tombent dessus, on la pourroit voir avec une raye obscure dans le milieu; ce qui pourroit encore arriver par l'ombre du globe qui doit passer au travers. Et si le milieu de cette colomne n'étoit pas autant chargé de fumée que ses éxtremitez laterales, principalement vers l'endroit où elle finit, on la pourroit voir en forme de queuë d'hirondelle.

ART. L. Que ce globe doit paroitre couper l'écliptique.

Si ce globe sortoit du Soleil par quelque endroit qui fût éloigné du plan de l'ecliptique, & s'il montoit jusqu'au chemin de la terre ou plus haut; il ne manqueroit pas de se trouver à la fin dans ce plan, parce que c'est-là où est le plus grand mouvement; & il ne manqueroit pas même de le traverser, & de paroitre par consequent couper l'ecliptique plus ou moins obliquement, suivant qu'il viendroit d'un endroit plus ou moins éloigné du plan de l'ecliptique, & suivant la diverse posi-

tion de la terre à l'égard de son passage au travers de ce plan.

ART. LI. Que ce globe décrira une ligne courbe, composée de de trois mouvemens differens.

Et comme ce globe passe au travers de la matiere étherée que les planettes font tourner d'Occident en Orient, par le mouvement que les rayons du Soleil leur impriment ; ce globe décrira une ligne courbe, qui sera composée du mouvement par lequel il s'approche ou s'éloigne du centre du Soleil ; du mouvement par lequel il s'approche du plan de l'ecliptique ; & du mouvement de la matiere étherée par où il prend son chemin.

ART. LII. Que sa fumée doit paroitre décliner de l'opposition du Soleil, & pourquoi.

Et comme la fumée de ce globe monte avec beaucoup plus de rapidité que le globe même, & qu'elle demeure par consequent bien moins de temps que ce globe dans une matiere capable de la transporter avec une certaine vitesse d'Occident en Orient, & de la pousser vers le plan de l'ecliptique ; elle doit paroitre décliner de l'opposition du Soleil vers l'endroit d'où ce globe vient, si l'œil est hors du plan de son chemin, & même se courber un peu ; & elle en doit paroitre d'autant plus décliner, que l'on est plus directement opposé à ce plan.

ART. LIII. Que le côté convexe de la fumée doit paroître avec plus de vivacité que le côté concave, & pourquoi.

Et comme il doit monter plus de fumée du côté convexe, que du côté concave de la courbure, l'on doit toûjours voir le côté convexe avec plus de vivacité & de distinction que le côté concave.

ART. LIV. Que ce globe doit être veu

Et comme ce globe reçoit sa principale lumiere du Soleil, il doit être veû avec d'autant plus de lumiere, qu'il est plus proche du Soleil, quoiqu'il

ne doive jamais paroiſtre avec une lumiere ſi vive & ſi bien déterminée que celle des Planettes, à cauſe que beaucoup de rayons du Soleil ſe doivent abſorber dans la fumée qui l'entoure.

avec une lumiere d'autant plus vive qu'il eſt plus proche du Soleil.

Je dis qu'il reçoit ſa principale lumiere du Soleil, parce que s'il eſt enflamé dans quelques endroits de ſon corps, ſon feu propre le doit éclairer un peu, auſſi bien que la fumée qui l'entoure.

ART. LV. Comment ce globe peut paroître ſtationnaire & retrograde.

Nous avons veu de quelle maniere ce globe, en montant par la ligne SC, pendant que la terre eſt en G, peut paroitre aller ſelon l'ordre des ſignes; mais s'il arrive que ſon mouvement de F vers C, & celui de la terre de G vers H ſe compenſent l'un l'autre à l'égard du ſpectateur, il paroitra ſtationnaire; & il pourra enſuite paroitre rétrograde s'il ne s'avance pas aſſez de F vers C, pendant que la terre s'avance de G vers H; ou ſi aprés avoir été à la fin de ſon cours, il retourne vers le Soleil par la ligne PC pendant que la terre s'avance de H vers K.

Il peut arriver en pluſieurs manieres que le cours de ce globe nous paroiſſe diminuer ou augmenter, être ſtationnaire ou retrograde, ce que chacun peut appercevoir aſſez facilement.

ART. LVI. Que ce globe ſe peut faire voir dans tous les endroits imaginables du ciel, & ſans aucun mouvement reglé.

Enfin comme ce globe peut paſſer à côté de la terre vers l'Orient ou vers l'Occident, vers le Septentrion ou vers le Midi, &c. il ſe pourra faire voir dans toutes les parties imaginables du ciel, & paroitre traverſer tantôt l'ecliptique, tantôt l'équateur, tantôt l'un des poles du monde, & tantôt l'autre, &c. Et comme il peut prendre ſon che-

min plus ou moins proche de la terre; qu'il peut avoir differens degrez de peſanteur, & aller par conſequent avec plus ou moins de viteſſe, & s'éloigner plus ou moins du Soleil; & qu'il peut être plus ou moins éloigné de la terre, lorſqu'il eſt à l'endroit de ſon équilibre, où il doit aller avec la plus grande viteſſe, de même qu'un pendule va avec la plus grande viteſſe à l'endroit où il doit trouver ſon repos; il peut paroitre parcourir une grande ou une petite partie du ciel; aller avec peu ou beaucoup de viteſſe dans le commencement, & avec peu de viteſſe dans la fin de ſon apparition, & tout au contraire, &c.

ART. LVII. Qu'il eſt impoſſible de marquer le temps de l'apparition de ce globe, &c.

Au reſte, de tout ce que nous venons de dire, il paroiſt manifeſtement qu'il ne peut y avoir de regle certaine pour le temps de l'apparition de ce globe; ni pour la grandeur de la partie du ciel, qu'il doit parcourir; ni pour la durée de ſon apparition; ni pour ſa grandeur apparente; ni pour la grandeur apparente de ſa queuë; ni pour la partie du ciel où il doit paroitre, ſi l'on excepte qu'il doit plûtoſt paroitre dans l'hemiſphere où eſt le Soleil, que dans l'autre, puiſqu'il tire ſon origine du Soleil, &c.

ART. LVIII. Que l'on peut dire que ce globe n'eſt autre choſe qu'une comete, & pourquoi.

Or comme les Hiſtoriens dignes de foi qui ont fait mention des phenomenes des cometes, n'ont parlé préciſément que de ceux qui peuvent arriver au globe dont nous venons de faire la deſcription; il me ſemble que je puis conclure avec raiſon qu'une comete, n'eſt autre choſe qu'un tel globe qui ſort tout brûlant & fumant du Soleil.

Et

Et qu'on ne me dise pas qu'il soit impossible que ce globe, c'est-à-dire, le corps ou le noyau d'une comete, puisse fournir autant de fumée qu'il faudroit pour faire paroitre quelquefois une queuë qui occuperoit plus de la sixiéme partie du ciel, comme celle de l'année 1680 : car si d'une tres-petite quantité de foin ou de paille allumée, il peut sortir une prodigieuse quantité de fumée, & cette fumée s'élever extrémement loin de sa source, comme l'experience le fait voir, principalement s'il n'y a point de flamme pour la consumer ; quelle quantité de fumée ne pourra-t-il pas sortir d'un globe tout en feu, qui est peut-être plus grand que toute la terre, comme nous venons de le dire, sur tout si la colonne de fumée est un peu proche de nous, & que nous la voyons avec tres-peu d'obliquité.

ART. LIX. Qu'il n'est pas impossible que le noyau d'une comete puisse fournir autant de fumée qu'il faut pour former sa queuë.

Aristote & Descartes, ont eû des opinions bien differentes touchant les cometes : car le premier pretendant qu'elles ne sont autre chose que des exhalaisons de la terre qui s'allument dans la plus haute region de l'air, qu'il croyoit être de beaucoup plus basse que n'est la lune, les place en cet endroit. L'autre au contraire pretendant qu'elles sont de veritables étoiles fixes, qui aprés avoir été encroutées & chassées ensuite de leur place par des étoiles voisines, passent de tourbillon en tourbillon, les place à une si grande distance de nous, c'est-à-dire, à moitié chemin de la terre à une étoile fixe, lorsqu'elles sont encore visibles, qu'il rend son

ART. LX. Les opinions d'Aristote & de Descartes touchant les cometes.

opinion pour le moins auſſi peu vrai-ſemblable que celle de l'autre.

ART. LXI Qu'on ne refutera pas l'opinion d'Ariſtote, puiſque tout le monde en eſt aſſez revenu; mais qu'on refutera celle de Deſcartes, puiſque la plûpart des Philoſophes d'aujourdhuy l'admettent

On eſt aujourd'huy ſi revenu de cette opinion d'Ariſtote, qu'il ſeroit aſſez inutile d'en faire voir la fauſſeté; mais il n'en eſt pas de même de ce que Deſcartes en dit: car pluſieurs perſonnes ſont encore de ſon ſentiment, & ainſi il ne ſera pas inutile ce me ſemble, de faire voir combien il s'eſt éloigné de la verité.

ART. LXII. Experience qui fait voir qu'un objet $134\frac{1}{2}$ fois plus éloigné du ſoleil que nous, eſt encore 3 ou 400. fois plus éclairé qu'il ne le ſeroit dans une belle nuit par toutes les étoiles enſemble.

Ayez une chambre directement expoſée au ſoleil, & fermée en ſorte qu'il n'y puiſſe entrer de lumiere que par une ſeule ouverture d'une dixiéme partie de ligne de diametre: c'eſt-à-dire qu'on ait de la peine à y ficher un cheveu. Cela étant, recevez ſur une ſurface plate la lumiere du ſoleil à dix pieds de diſtance de cette ouverture; ou, ce qui eſt la même choſe, à 14400 dixiémes de ligne, qui font dix pieds; & vous verrez que l'endroit où tombe l'illumination entiere, ſera peut-être encore pour le moins 3 ou 400 fois plus éclairé, qu'il ne le ſeroit dans une belle nuit par toutes les étoiles enſemble. Cependant il n'eſt pas plus éclairé que s'il étoit $134\frac{1}{2}$ fois plus éloigné du ſoleil qu'il n'eſt.

Voyez les pages 38 & 41.

Soit par exemple CD l'ouverture de cette chambre d'une dixiéme partie de ligne; & ſoit LM une ſurface plate, ſur laquelle on reçoit directement la lumiere du ſoleil à 14400 dixiémes de ligne de diſtance de l'ouverture CD par où cette lumiere entre. Cela étant, comme la quantité de la lumiere qui tombe ſur chaque point d'une illumination en-

tiere, lorſqu'on la reçoit directement ſur quelque ſurface plate, eſt à la quantité de la lumiere qui tombe ſur chaque point d'une autre illumination entiere, en raiſon doublée reciproque de leurs diſtances de l'ouverture C D; & comme l'on trouve par la Trigonometrie, que le point de l'illumination entiere, qui eſt juſtement éclairé par tout le ſoleil, eſt éloigné de l'ouverture CD d'environ 107 fois le diametre de cette ouverture; il eſt évident que chaque point de l'illumination entiere, qui eſt éloignée de 14400 dixiémes de ligne de l'ouverture CD, ne ſera éclairé qu'environ par la 18090me partie du ſoleil: c'eſt-à-dire, comme s'il en étoit $134\frac{1}{2}$ fois plus éloigné qu'il n'eſt.

ART. LXIII. Que l'étoile fixe la plus proche de nous, doit être pour le moins 16000 fois plus éloignée de nous que n'eſt le ſoleil.

Or comme chaque point de cette illumination eſt encore alors pour le moins 3 ou 400 fois plus éclairé qu'il ne le ſeroit dans une belle nuit par toutes les étoiles enſemble, & qu'il y a pour le moins 700 étoiles, tant grandes que petites, outre un nombre infini que l'on en découvre dans tous les endroits du ciel avec des lunettes d'approche, qui nous éclairent dans une belle nuit; l'on peut conclurre avec aſſez de raiſon, que l'étoile fixe la plus proche de nous, doit être pour le moins 16000 fois plus éloignée de nous que n'eſt le ſoleil.

ART. LXIV. Comment on a pû parvenir à ce calcul, & ce qu'on y a ſuppoſé.

En faiſant ce calcul je ſuppoſe que les étoiles fixes ne ſont pas ſeulement de même nature; mais auſſi de même grandeur que le ſoleil: car comme l'on auroit tort de pretendre que nôtre ſoleil fuſt la plus grande ou la plus petite étoile de toutes, &

qu'il eſt raiſonnable de croire qu'il y a des étoiles fixes qui ſont plus grandes, & d'autres qui ſont plus petites que le ſoleil ; je les ai pû ſuppoſer toutes de même grandeur que le ſoleil.

Cela étant ainſi ſuppoſé, l'on peut dire qu'il y a douze étoiles fixes, qu'on peut appeller étoiles de la premiere grandeur, dont les tourbillons touchent celui du ſoleil; que ces 12 ſont bornées de 48 autres, qu'on peut appeller étoiles de la deuxiéme grandeur ; ces 48 de 108 autres, qu'on peut appeller étoiles de la troiſiéme grandeur ; ces 108 de 192 autres, que l'on peut appeller étoiles de la quatriéme grandeur; ces 192 de 300 autres, qu'on peut appeller étoiles de la cinquiéme grandeur ; ces 300 de 432 autres, qu'on peut appeller étoiles de la ſixiéme grandeur ; & enfin ces 432 de 588 autres, qu'on peut appeller étoiles de la ſeptiéme grandeur. Et comme chacun de ces rangs éclaireroit le globe de la terre avec une égale quantité de lumiere, à cauſe que l'éloignement de chacun d'eux eſt compenſé par le nombre des étoiles que l'on y trouve ; il eſt évident que tous ces rangs d'étoiles qui en font un nombre de 1686 éclaireroient le globe de la terre comme s'il y en avoit dans le premier rang 7 fois 12, c'eſt-à-dire, 84 étoiles en tout, dont la ſeule moitié, c'eſt-à-dire, 42 étoiles, nous éclaireroient dans une belle nuit, à cauſe qu'il n'y en a que la moitié à la fois ſur l'horiſon.

Et comme 42 étoiles à la même diſtance d'un objet, ou plûtoſt 33 étoiles, parce que toutes les

42 ne lui enverroient pas leur lumiere perpendiculairement, éclaireroient cet objet 400 fois moins que ne feroit la 18090me partie du soleil, c'est-à-dire, qu'une seule étoile ne l'éclaireroit qu'autant que feroit la 238788000^{me} partie du soleil, l'on peut conclure que l'étoile fixe la plus proche de nous est 15452 fois plus éloignée de nous que le soleil, c'est-à-dire; comme la racine quarrée de 238788000, puisque les étoiles ne nous éclairent qu'en raison reciproque des quarrez de leurs distances.

Il y auroit encore plusieurs autres moyens pour parvenir assez seurement à la connoissance de l'éloignement prodigieux des étoiles fixes, sans avoir recours à la parallaxe dont tous les Astronomes se sont servis jusques à present, assez mal à propos ce me semble, puisqu'il est tout-à-fait impossible d'y en trouver aucune.

ART. LXV. Qu'il y auroit encore plusieurs autres moyens pour parvenir à la connoissance de l'éloignement des étoiles fixes, sans avoir recours à la parallaxe.

Ayez une lunette d'approche qui grossisse 500 fois le diametre d'un objet, & observez avec cette lunette une étoile des plus brillantes, comme par exemple celui du grand chien: à peine verrez-vous son disque, c'est-à-dire que vous ne verrez cette étoile qu'environ sous un angle d'une minute. Et comme le soleil a son diametre de 32 minutes de grandeur, cette étoile doit être environ 16000 fois plus éloignée de nous que le soleil, supposé qu'il soit aussi grand que cette étoile: car si elle étoit huit fois plus grande, elle feroit 32000 fois plus éloignée de nous que le soleil; si elle étoit 27 fois

plus grande, elle feroit 48000 fois plus éloignée; fi elle étoit 64 fois plus grande, elle feroit 64000 fois plus éloignée, & ainfi de fuite.

ART. LXVI. Qu'il y a des étoiles fixes que l'on découvre, qui pourroient être des millions de fois plus éloignées de nous que le foleil.

De ce que nous venons de dire, il eft manifefte qu'il y a des étoiles fixes que l'on découvre avec les yeux, qui font peut-être deux ou trois cent mille fois plus éloignées de nous que le foleil, & qu'il y en a que l'on découvre avec des lunettes d'approche, qui font peut-être des millions de fois plus éloignées de nous que le foleil.

ART. LXVII. Examen du fyfteme de Defcartes touchant les cometes.

Revenons maintenant au fyfteme de Defcartes, touchant les cometes; & pour en faire voir l'impoffibilité, prenons pour exemple celle qui parut à la fin de l'année 1680.

Elle fut le troifiéme de Janvier de l'année 1681. dans fon perigée, & parcourut depuis jufqu'au troifiéme ou quatriéme de Mars qu'elle difparut entierement, environ un quart de tout le circuit du ciel, & par confequent felon ce Philofophe plus que le demi-diametre de nôtre tourbillon. Or fi l'on fuppofe à prefent que ce demi-diametre eft 8000 fois plus grand que le demi-diametre de l'orbe annuel de la terre; cette comete auroit fait en 60 jours de temps un chemin, qui iroit au de-là de 8000 fois tout ce demi-diametre, & par confequent en moins de onze minutes plus de chemin qu'il n'y en a d'ici au foleil; ce qui feroit une viteffe qui pafferoit toute forte d'imagination.

Si l'on examine enfuite le mouvement de celle qui parut vers la fin de l'année 1664. l'on trouvera

que celle-ci devroit avoir fait, selon le même systeme, à peu prés deux fois plus de chemin dans le même temps, ce qui seroit une vitesse d'autant plus incomprehensible, que cette comete allant contre l'ordre des signes, avoit à vaincre le mouvement rapide, que ce Philosophe attribuë à la matiere étherée qui est à l'extremité du tourbillon, pretendant sans raison que cette matiere acheve sa révolution en aussi peu de temps que celle qui est tout proche du soleil.

Au reste si une comete étoit visible à l'extremité de nôtre tourbillon, & même aprés avoir passé dans un tourbillon voisin du nôtre : c'est-à-dire, aprés être arrivée plus qu'à moitié chemin de nous à une étoile fixe ; l'on seroit ce me semble contraint de dire, qu'elle se pourroit faire voir, sans nous envoyer pour ainsi dire un seul rayon de lumiere : car lorsqu'elle est à moitié chemin de la terre à une étoile fixe qui en est voisine, elle sera éclairée par cette étoile fixe, autant d'un côté qu'elle le sera par le soleil de l'autre côté, supposé que le soleil & cette étoile soient de même nature & de même grandeur, & elle ne sera éclairée par le soleil qu'autant que nous le serions de nuit par quatre étoiles fixes.

Et comme en supposant déja une comete aussi grande que le soleil, il n'y auroit guéres plus de la 18547200000000^{me} partie de la tres petite quantité de lumiere, qui seroit égale à celle que quatre étoiles fixes nous enverroient, qui pourroit parvenir jusqu'à nous, parce que cette comete renverroit

cette lumiere vers toutes les parties de l'hemisphere dont elle occuperoit le centre, & dont le diametre seroit 3680000 fois plus grand que celui de la comete ; il est bien facile de juger que ce Philosophe n'est pas bien fondé en tout ce qu'il avance des cometes à l'égard de leur distance. Et comme il n'y a guéres plus de vrai-semblance en ce qu'il dit de l'apparition de leurs cheveleûres, de leurs queuës, &c. comme il est aisé de le comprendre, pourvû que l'on sçache ce que c'est que la refraction, il me semble assez inutile de le refuter ici.

ART. LXVIII. Qu'il y a des observations de quelques cometes fort proche de nous, & au dessous de la lune, dont les Historiens font mention.

Les Historiens qui ont fait mention des cometes, rapportent des faits & des observations par lesquelles l'on peut juger qu'elles ont été quelques fois fort proche de nous, & même beaucoup au dessous de la lune.

Regiomontanus étoit un Astronome trop habile pour ne pas meriter qu'on n'ajoûte un peu de foi à ses observations. Il nous assure qu'il a trouvé six degrez de parallaxe à la comete qui parut dans l'année 1475, d'où l'on pourroit conclure que cette comete étoit alors environ six fois plus proche de nous que n'est la lune ; & faisant l'histoire de cette comete, il dit qu'ayant son noyau fort petit, elle commença à paroître entre les étoiles de la Vierge, avec un mouvement fort lent ; & qu'étant devenuë ensuite d'une grandeur excessive, elle passa par le pole boreal avec un mouvement si rapide, qu'elle parcourut en un jour un arc d'un grand cercle d'environ 40 degrez, & qu'elle disparut à la fin

vers

vers les étoiles des poiſſons dans le ſigne du belier.

Il y a des Hiſtoriens qui parlent de quelques cometes qui étoient extremement grandes, & fort proches de la terre; & Seneque & Pline rapportent des obſervations d'une comete, qui auroit égalé en grandeur apparente le ſoleil ou la lune, comme fit à peu prés celle qui parut l'année 1652. avec trois points brillants comme trois endroits enflammez dans le milieu de ſon noyau.

Lorſqu'une comete eſt beaucoup plus éloignée de la terre que n'eſt la lune, il eſt tres-difficile de connoître ſa veritable diſtance, principalement ſi elle eſt dans la region des Planetes: car alors le demi-diametre de la terre où ſe doivent prendre les baſes pour meſurer cette diſtance, eſt trop petit pour former une baſe proportionnée à un éloignement ſi exceſſif; & ce demi-diametre devient comme imperceptible à l'égard de cette diſtance; puiſque ſon angle de parallaxe ſe reduit preſqu'à rien, pour ne pas dire que les Aſtronomes trouvent quelquefois, ſans beaucoup d'exactitude, le contraire des parallaxes, & qu'ils prennent quelquefois même leurs erreurs pour des parallaxes.

ART. LXIX. Qu'il eſt tres-difficile de meſurer leur diſtance de la terre, lorſqu'elles ſont beaucoup au deſſus de la lune, & pourquoi.

La meilleure methode pour prendre la parallaxe d'une comete, eſt qu'un ſeul & même obſervateur la cherche par la variation de ſa declinaiſon en diverſes heures d'une même nuit; ou par la variation apparente de ſon aſcenſion droite, c'eſt-à-dire, par la variation de celle qui arrive à ſon mouvement, à l'égard de cet obſervateur ſelon la ligne de l'Orient

ART. LXX. Comment on y peut parvenir le plus facilement.

à l'Occident, entre les cercles des heures Astronomiques; laquelle variation est d'autant plus sensible, que la comete est plus proche de nous, & nous de l'équateur; mais ces deux methodes supposent que l'on sçache le mouvement particulier de la comete dans son cercle.

ART. LXXI. Plusieurs observations de la comete de l'année 1680, qui nous font connoître que cette comete n'a pû tirer son origine d'autre part que du soleil.

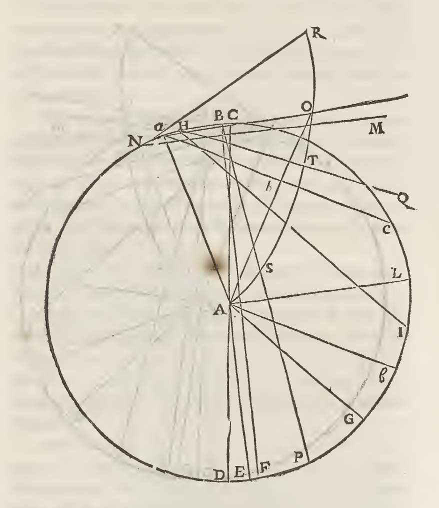
Il ne sera pas ce me semble hors de propos d'examiner ici, s'il est possible, que les cometes puissent tirer leur origine d'autre part que du soleil. Prenons pour exemple celle qui parut à la fin de l'année 1680. Le vingt-deuxiéme de Decembre à 4 heures 46 min. du soir, lorsque la terre étoit environ à $1^d\,49'$ de l'écrevisse, cette comete fut observée à $6^d\,33'$ du capricorne, avec $8^d\,26'$ de latitude boreale, & avec un mouvement apparent d'environ $2^d\,15'$ par jour.

Soit donc A le soleil; B la terre à $1^d\,49'$ de l'écrevisse; C le commencement de l'écrevisse; D le commencement du capricorne; E un point à $6^d\,33'$ du capricorne; BF une droite indefinie dans le plan de l'écliptique, & parallele à la ligne AE tirée du soleil au point E; & BP une droite indefinie tirée du point B, directement au dessus de la ligne BF, & de telle sorte qu'elle fasse avec cette ligne BF un angle de $8^d\,26'$.

Cela étant, il est manifeste que cette comete doit avoir été le vingt-deuxiéme de Decembre à 4 heures 46 min. du soir dans la ligne BP.

Le troisiéme de Janvier 1681 à 5 heures du soir, quand la terre étoit environ à $14^d\,6'$ de l'écrevisse,

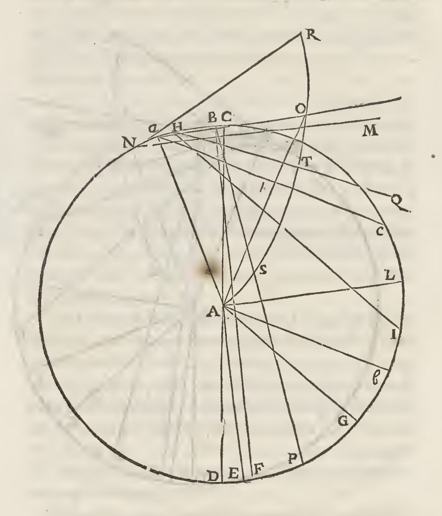
cette comete qui étoit alors dans son perigée avec un mouvement apparent d'environ 4 degrez & de-



mi par jour, fut observée à $18^d\ 52'$ du verseau, avec $25^d\ 23'$ de latitude boreale.

Soit donc H la terre à $14^d\ 6'$ de l'écreviſſe; G un point à $18^d\ 52'$ du verseau; HI une droite indefinie,

dans le plan de l'écliptique, & parallele à la ligne AG tirée du soleil au point G; & HQ une droite in-



definie tirée du point H, directement au dessus de la ligne HI, & de telle sorte qu'elle fasse un angle de 25^{d} $23'$ avec cette ligne H I.

Cela étant, il est clair que cette comete doit

avoir été le troisiéme de Janvier 1680, dans la ligne HQ.

Le septiéme de Janvier à 6 heures du soir, lorsque la terre étoit environ à 18^d 13 de l'écreviſſe, la comete fut obſervée à 8^d 12 des poiſſons avec 28^d 3' de latitude boreale, qui à 17' ou à 18' prés, a été la plus grande.

Soit donc *a* la terre à 18^d 13' de l'écreviſſe ; *b* un point à 8^d 12' des poiſſons ; *ac* une droite indefinie dans le plan de l'écliptique , & paralle à la ligne Ab tirée du ſoleil au point *b*; & *ao* une droite indefinie, tirée du point *a* directement au deſſus de la ligne *ac* & de telle ſorte qu'elle faſſe un angle de 28^d 3 avec cette ligne *ac*.

Cela étant, il eſt manifeſte que cette comete doit avoir été le ſeptiéme de Janvier dans la ligne *ao*.

Le quatorzieme de Janvier à 6 heures 6 min. du ſoir, lorſque la terre étoit environ à 25^d 22' de l'écreviſſe, la comete fut obſervée à 5^d 53' du belier avec 26^d 28' de latitude boreale, & avec un mouvement apparent d'environ 2 degrez 28 minutes par jour.

Soit donc N la terre à 25^d 22' de l'écreviſſe ; L un point à 5^d 53' du belier ; NM une droite indefinie dans le plan de l'écliptique, & parallele à la ligne AL tirée du ſoleil au point L, & NR une droite indefinie tirée du point N directement au deſſus de la ligne NM, & de telle ſorte qu'elle faſſe un angle de 26^d 28' avec cette ligne NM.

Cela étant il eſt clair que cette comete doit avoir

été le quatorziéme de Janvier à 6 heures 6 min. du soir dans la ligne NR.

Au reste l'on a observé touchant cette comete, 1° Qu'elle augmentoit en grandeur apparente, & que sa queuë se prolongeoit à mesure que son mouvement s'acceleroit; car cette queuë qui le vingt-deuxiéme de Decembre n'occupoit qu'environ 40 degrez, en occupoit le troisiéme de Janvier plus de 70. 2° Que depuis le troisiéme de Janvier, la vitesse de son mouvement journalier diminuoit continuellement aussi-bien que sa grandeur apparente, & celle de sa queuë. 3° Que sa clarté diminuoit toûjours dés la premiere apparition. 4° Que ce n'étoit pas tant par la diminution de sa grandeur apparente causée par son éloignement, que par la foiblesse de sa lumiere qu'elle disparoissoit; puisqu'on la voyoit encore à la lunette plus grande que Jupiter, en forme d'un petit nuage blancheâtre, quand il y avoit déja du temps qu'on ne la distinguoit plus à la simple vûë. 5° Que sa plus grande latitude a été de $28^{d}\,30'$ à peu prés. 6° Qu'ensuite cette latitude ne diminuoit pas autant qu'elle auroit dû faire, si cette inclinaison avoit été permanente; mais qu'elle restoit plus grande, comme si la declinaison du chemin de la comete à l'écliptique avoit augmenté depuis. 7° Que sa queuë declinoit de la ligne de l'opposition du soleil vers l'endroit d'où elle venoit par son mouvement particulier, ayant même un peu de courbure. 8° Que cette declinaison augmentoit toûjours aprés sa pre-

miere apparition ; & enfin que cette queuë étoit beaucoup mieux terminée vers l'Orient que vers l'Occident.

Art. LXXII. Qu'il est impossible que ces observations puissent convenir à l'hypothese d'un mouvement égal de la comete par une ligne droite trajectoire, & pourquoi.

Si l'on examine bien toutes ces observations, on verra assez qu'elles ne sçauroient convenir à l'hypothese d'un mouvement égal de la comete le long d'une ligne droite trajectoire, ou par une portion de circonference d'un cercle excentrique à la terre, puisqu'il est impossible que l'on puisse tirer une droite par les trois lignes B P, H Q, N R, en sorte que cette comete en traversant la ligne N R ait pû par une cause optique, paroître avoir autant de mouvement qu'elle paroissoit en avoir en traversant la ligne BP, & deux fois moins de mouvement qu'elle ne paroissoit en avoir en traversant la ligne HQ.

Il faudroit donc que cette comete eût eû un mouvement inégal le long d'une ligne droite trajectoire, & assigner par consequent une cause physique à ce mouvement inégal ; mais cela ne seroit pas une petite difficulté, outre qu'il seroit encore tres-malaisé de rendre raison pourquoi sa clarté alloit toûjours en diminuant depuis sa premiere apparition, pourquoi la longueur de sa queuë augmenta jusqu'au troisiéme de Janvier, quand elle étoit au perigée ; pourquoi la comete disparut bien plus par la foiblesse de sa lumiere, que par son éloignement de la terre, &c.

Art. LXXIII. Qu'il n'est pas difficile de

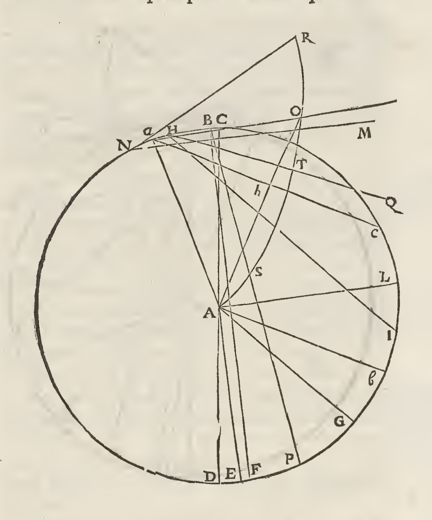
Mais s'il est vrai que les cometes tirent leur origine du soleil, à peu prés de la maniere comme

rendre raison de toutes les apparences de cette comete, en supposant qu'elle tire son origine du soleil.

nous l'avons expliqué ; il n'y aura pas ce me semble tant de difficulté à rendre raison de toutes les apparences de la comete dont nous avons parlé, & de les accorder ensemble ; car je suppose 1° Qu'elle est sortie du soleil par un endroit beaucoup au dessus du plan de l'ecliptique; 2° Qu'elle a passé ensuite par la ligne BP au point S, où elle paroissoit avec beaucoup de clarté, parce qu'elle y étoit fort proche du soleil ; & où elle paroissoit avec peu de latitude, avec une petite teste & une queuë mediocre, à cause qu'elle y étoit fort éloignée de la terre. 3° Qu'elle a passé ensuite par la ligne HQ au point T, où elle paroissoit avec son plus grand mouvement, non parce qu'elle y étoit veritablement dans son perigée ; mais parce qu'elle y étoit dans l'endroit de son équilibre avec la matiere étherée. Sa latitude & sa grandeur apparente étoient considerablement augmentées à ce point, à cause qu'elle y étoit beaucoup plus proche de la terre : sa clarté y avoit diminué, parce qu'elle y étoit plus éloignée du soleil ; & sa queuë y paroissoit occuper la plus grande partie du ciel, parce qu'alors on la voyoit avec la moindre obliquité, étant directement opposée à la terre. 4° Qu'elle a passé ensuite par la ligne *a o* au point *o*, où elle a été observée avec une latitude de $28^{d}\ 3'$ laquelle a été à peu prés la plus grande, parce qu'elle y étoit dans son veritable perigée, & que son chemin y coupoit la ligne *a o*, à peu prés à angles droits; ensuite dequoi cette latitude n'a pas dû diminuer dans la même proportion qu'elle

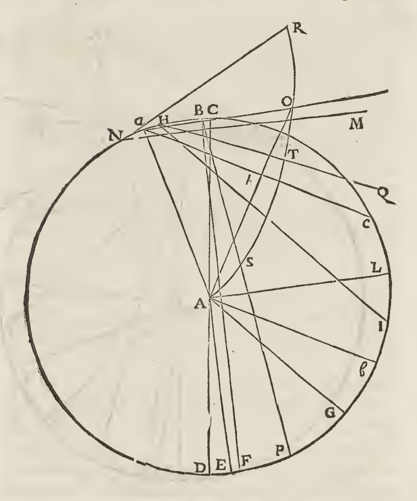
avoit

avoit augmenté, parce que la comete s'étoit approchée de la terre fort precipitamment, & qu'elle ne



s'en étoit pas retirée de même, & parce qu'elle s'étoit bien plus éloignée du plan de l'écliptique, qu'elle ne s'en étoit approchée par le changement de la déclinaison de son chemin à l'eclipti-

que. Enfin qu'elle a passé par la ligne NR au point R, où sa latitude fut observée moindre que dans



la ligne *a o*, à cause que sa distance de la terre y étoit plus grande que lorsqu'elle étoit dans la ligne *a o*; & où sa clarté diminuoit beaucoup, sans que sa grandeur apparente y diminuast quasi, parce qu'el-

le y étoit conſiderablement plus éloignée du ſoleil, & guéres plus éloignée de la terre que dans la ligne *ao*, &c.

Au reſte comme cette comete étoit emportée par la matiere étherée de l'Occident à l'Orient, & que la declinaiſon de ſon chemin au plan de l'écliptique diminuoit toûjours, ſa queuë devoit décliner de la ligne de l'oppoſition du ſoleil vers l'endroit du ciel, d'où la comete venoit par ſon mouvement particulier.

Je ne vois qu'une ſeule objection qu'on pourroit faire contre mon hypotheſe à l'égard de cette comete; ſçavoir, qu'elle doit avoir été au deſſus du ſoleil, puiſqu'on l'a trouvée toute ronde à 22 degrez & demi de diſtance de cet aſtre; mais comme elle a été toûjours entourée d'un atmoſphere de fumée tres-conſiderable, que les rayons du ſoleil penetroient facilement; elle peut avoir été au deſſous du ſoleil, quoiqu'on la vit toute ronde à la diſtance de 22 degrez & demi de cet aſtre.

ART. LXXIV. Objection & réponſe.

Voyons maintenant s'il n'y auroit pas encore moyen de parvenir en quelque façon à connoître la diſtance d'une comete à la terre par la maniere qui ſuit, ou du moins à connoître le rapport entre cette diſtance & celle du ſoleil & des planettes à la terre.

ART. LXXV. Methode particuliere pour chercher la diſtance qu'il y a de la terre à une comete.

Le ſeptiéme de Janvier la comete dont nous venons de faire la deſcription, avoit ſa plus grande latitude, & c'étoit par conſequent alors que ſon chemin coupoit la ligne *ao*, à peu prés aux angles

droits, & passoit de même dessus la ligne *ac* qui est dans le plan de l'écliptique.

Soit A*a* la distance qu'il y a du soleil à la terre, que je suppose être de 20000 demi-diametres de la terre, & comme l'angle A*ah* a été observé d'environ 50 degrez, & que l'angle A*ha* est à peu prés droit; le côté *ah* est de 12855 demi-diametres de la terre.

Or elle eût alors $28^d\ 30'$ de latitude boreale, & par consequent dans le triangle rectangle *aho*, où *ah* est de 12855 demi-diametres de la terre, & l'angle *hao* de $28^d\ 30'$, le côté *ao* est de $14672\frac{1}{2}$ de ces demi-diametres, qui est la distance qu'il y avoit alors de la terre à la comete, & qui a été la moindre de toutes.

AR. LXXVI. Que cette methode suppose que l'on sçache la distance du soleil à la terre.

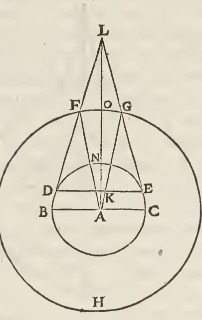
Je viens de supposer la distance du soleil à la terre de 20000 demi-diametres de la terre; mais nous sommes encore bien éloignez de connoître cette distance un peu au juste: car la parallaxe du soleil n'est pas des plus faciles à être déterminée, tant à cause de l'éloignement excessif de cet astre, que parce qu'on ne le sçauroit voir parmi les étoiles fixes, pour le comparer avec elles de divers endroits de la terre, ou d'un même lieu en diverses heures d'un jour.

AR. LXXVII. Qu'il seroit facile de connoître les distances des planettes à la terre en connoissant la distance du soleil à la terre, & comment.

Si l'on pouvoit déterminer cette distance, il seroit ce me semble assez facile de déterminer les distances de toutes les planettes, quelque éloignées qu'elles puissent être. Mais supposons qu'elle nous soit connuë, & qu'elle soit de 20000 demi-diame-

tres de la terre. Soit A le ſoleil ; ſoit B D E C l'orbe annuel de la terre ; ſoit BC le diametre de cet orbe de 40000 demi-diametres de la terre ; & ſoit F G H l'orbe de quelque planette, comme par exemple celui de Mars.

Cela étant, comme la terre acheve ſa revolution en 365 jours 5 heures 48 min. 47 ſec. ou environ, & la planette de Mars en 686 jours 22 heures 30′ ou environ ; cette planette doit paroître retrograder de quelques degrez, lorſque la terre paſſe avec un mouvement plus acceleré entre elle & le ſoleil.



Or pendant que Mars retrograde, la terre parcourt une certaine portion de ſon orbe, comme par exemple depuis E juſqu'en D, dont on peut connoître la corde DE, en connoiſſant le diametre BC que j'ai ſuppoſé de 40000 demi-diametres de la terre ; & par conſequent dans le triangle rectangle KLE, ayant connu le côté KE, & l'angle KLE, qui eſt la moitié de la retrogradation de la planette, je trouve facilement le côté KL, & par conſequent auſſi AL.

Mais pendant que la terre avance dans ſon orbe depuis E juſqu'en D, Mars parcourt une certaine portion du ſien; & comme l'on peut connoître cette portion au juſte, je tire du ſoleil A les deux lignes FA, GA en ſorte qu'elles faſſent un angle qui exprime cette portion. Donc dans le triangle AGL, où le côté A L & les deux angles A L G, L A G ſont connus, dont le dernier L A G eſt la moitié de l'arc que Mars acheve pendant qu'il paroiſt retrograder, l'on trouve A G la diſtance de Mars au ſoleil, dont NA étant ôté, que l'on a ſuppoſé être de 20000 demi-diametres de la terre, il reſte pour NO, qui eſt la diſtance de la terre à Mars, lorſqu'il eſt dans ſon perigée.

La même choſe ſe peut trouver à l'égard des autres planettes.

AR. LXXVIII Comment on peut connoître le rapport que les diſtances des planettes ont entre elles.

Il s'enſuit que s'il eſt impoſſible de connoître les veritables diſtances de la terre aux planettes, l'on peut du moins connoiſtre le rapport que leurs diſtances ont entre elles dans le ſyſteme du monde,

ſans avoir recours pour cela à mille réveries & viſions en l'air.

Il s'enſuit encore que s'il y avoit une planette principale qui priſt ſon chemin aſſez prés de la terre, nous connoîtrions facilement les veritables diſtances de toutes les autres planettes, & celle du ſoleil à la terre.

Il ne ſera pas hors de propos d'avertir ici qu'il faudroit avoir égard aux excentricitez des planettes & de la terre, ſi l'on vouloit ſe ſervir de cette methode pour trouver leurs diſtances de la terre.

ART. LXXIX. Qu'il faut avoir égard aux excentricitez des planettes & de la terre en ſe ſervant de cette methode.

L'on s'eſt mis de tout temps fort en peine d'expliquer, pourquoi les cometes ſe font voir bien plus l'hyver que l'été, & bien plus dans la partie ſeptentrionale, que dans la partie meridionale du ciel, & pourquoi elles paroiſſent ordinairement fort grandes dés leur premiere apparition, ſans quaſi augmenter enſuite de grandeur apparente; mais il n'y a pas ce me ſemble dequoi s'en mettre tant en peine: car on a deux fois plus de nuit l'hyver que l'été, & des nuits beaucoup plus ſombres que celles de l'été, dont la clarté nous doit dérober de la veûë toutes les cometes qui étant trop petites, ou trop éloignées du ſoleil & de la terre, ne peuvent avoir qu'une lumiere tres-foible. C'eſt par la même raiſon qu'on les voit plûtoſt dans la partie ſeptentrionale que dans la partie meridionale du ciel; & parce qu'il n'y a pas tant d'obſervateurs pour les obſerver dans cette premiere que dans l'autre partie. Enfin, elles paroiſſent ordi-

ART. LXXX. Que les cometes ſe font voir bien plus l'hyver que l'été, &c. & pourquoi.

nairement fort grandes dés leur premiere apparition, ſans quaſi augmenter enſuite de grandeur apparente, parce qu'elles ſont ordinairement aſſez proches du ſoleil & de la terre, lorſqu'elles commencent à paroître & ſe dégager des rayons de cet aſtre; & parce que c'eſt de pur hazard qu'òn les découvre la premiere fois, au lieu qu'on les peut toûjours ſuivre juſqu'à ce qu'elles nous échapent, à cauſe de leur petiteſſe, ou de la foibleſſe de leur lumiere.

AR. LXXXI. Que certaines pierres d'une prodigieuſe grandeur qu'on a veû quelquefois tomber du ciel, n'ont pû venir que du ſoleil.

S'il eſt vrai ce que Pline, Cardan & d'autres Hiſtoriens nous rapportent des pierres d'une prodigieuſe grandeur qu'on a vû tomber du ciel dans des endroits de la terre, où il n'y avoit point de Vulcan dans le voiſinage, je ne crois pas qu'on puiſſe aſſigner à ces pierres d'autre origine que le ſoleil.

AR. LXXXII. Comment une étoile peut paroitre & diſparoitre aprés.

Nous avons veû comment la terre, les planettes, dont la terre en eſt une, & leurs ſatellites, qui ſont encore autant de planettes, ont pû être formées, en ſuppoſant que tout l'univers ne fuſt dans le commencement qu'un vaſte chaos. Mais ſi toute cette matiere, de laquelle ont été formées non ſeulement les planettes que nous connoiſſons; mais peut-être encore beaucoup d'autres trop petites, ou trop éloignées de nous pour être découvertes par la ſimple veûë, & que le haſard nous fera peut-être découvrir un jour; ſi toute cette matiere, dis-je, s'étoit amaſſée autour du ſoleil, au lieu de s'aſſembler autour de divers centres; elle l'auroit entierement obſcurci,

obſcurci, juſqu'à ce que le feu de cet aſtre ayant gagné cette matiere quelque part, l'auroit écartée de tous les côtez, laquelle en y retombant quelque temps aprés, l'auroit obſcurci de nouveau. Tel peut avoir été le ſort de l'étoile qui parut l'année 1572 dans la poitrine de Caſſiopée; de celle qui parut l'année 1604 dans le Sagittaire, & de pluſieurs autres.

AR. LXXXIII Comment une étoile peut paroitre & diſparoitre en des temps reglez.

Si cette matiere en s'approchant du ſoleil s'étoit voutée en chemin, & à quelque diſtance de cét aſtre, elle l'auroit entierement obſcurci, à moins qu'il n'y eût reſté quelque part une ouverture dans cet atmoſphere de matiere voutée: car alors le ſoleil ſe ſeroit caché, & ſe ſeroit fait voir dans des temps reglez, ſuppoſé que cette maſſe de matiere y eût tourné tout au tour, à peu prés comme les taches & les planettes.

Tel peut avoir été le ſort de l'étoile qui ſe fait voir dans le col de la baleine, & qui demeure tous les ans ſept ou huit mois inviſible, & ſe laiſſe voir durant trois ou quatre mois, retournant à la même grandeur aprés 330 jours à peu prés.

AR. LXXXIV Que les obſervations que l'on peut faire par le moyen des microſcopes ſont ſans nombre.

Les obſervations que l'on peut faire par le moyen des microſcopes ſont ſans nombre: car l'air, l'eau & la terre nous fourniſſent également des objets capables de faire admirer la ſageſſe infinie du Createur; mais je ſerois obligé de faire des volumes entiers ſi je voulois rapporter toutes les obſervations que j'ai faites. Entre tous les inſectes, dont j'eſpere de donner l'hiſtoire, je me ſuis

principalement attaché à examiner le pou, dont je ferai alors une deſcription exacte, depuis qu'il ſort de ſon œuf juſqu'à ſa fin ; j'y ferai voir comment il en ſort, comment il prend ſa nourriture; comment ſe fait la digeſtion de ſes alimens ; comment il remuë ſes membres ; comment il change de peau comme preſque tous les autres inſectes, &c.

AR. LXXXV. Que l'on voit une infinité d'inſectes dans de l'eau croupie, & comment ils y viennent.

Lorſqu'on expoſe de l'eau commune à l'air pendant quatre ou cinq jours plus ou moins, ſuivant la ſaiſon ; elle ſe trouve remplie d'une infinité de petits inſectes de differentes figures & de differentes grandeurs, principalement ſi l'on y met quelque choſe d'aromatique. Je ſuis perſuadé que preſque tous les inſectes que l'on voit nager dans cette eau, viennent des œufs que pluſieurs inſectes volans, attirez en partie par l'odeur qui s'en exhale, y viennent pondre pour y être éclos.

A. LXXXVI. Preuve de la conjecture precedente.

Je ſuis d'autant plus fortement porté à croire que leur generation ſe fait de cette maniere, qu'elle eſt analogue à celle des couſins, des ephemeres & de pluſieurs autres inſectes volans.

A. LXXXVII Que l'eau qui a été remplie d'inſectes, devient quelquefois claire & tranſparente, ſans qu'il y en ait aucun, & pourquoi.

Il arrive quelquefois que l'eau que l'on a veuë pendant quelque temps remplie d'une infinité d'animaux, devient à la fin claire & tranſparente comme du criſtal, ſans qu'il y paroiſſe aucun de ces petits animaux, ni la moindre ordure ; & je crois que cela vient de ce que ces animaux ayant mangé toute la nourriture qu'ils y trouvoient, y meurent de faim, & laiſſent cette eau claire & tranſparente en ſe precipitant au fond.

J'ay gardé de cette eau aſſez long-temps ſans y appercevoir jamais de nouveaux animaux : car les inſectes volans y ont beau venir pondre leurs œufs, les animaux qui en viennent n'y trouvant rien à manger, doivent mourir auſſi-tôt.

Ceux qui ont fait des voyages de long cours, rapportent la même choſe de l'eau qu'ils conſervent à leur uſage.

ARTICLE LXXXVIII. Que la ſemence des animaux quadrupedes ſe trouve remplie d'une infinité d'animaux en forme de grenoüilles naiſſantes, & celle des oyſeaux en forme de vers ou anguilles.

Il y a plus de vingt ans que j'examinai le premier, à ce que je crois, la ſemence des animaux avec des microſcopes, & que je découvris qu'elle eſt remplie d'une infinité d'animaux ſemblables à des grenoüilles naiſſantes, comme je le fis mettre dans le 30me Journal des Sçavans de l'année 1678. & comme cette figure les repreſente : c'eſt-à dire, celle des hommes & des quadrupedes : car pour ce qui eſt de la ſemence des oiſeaux, elle eſt remplie d'une infinité d'animaux qui paroiſſent comme des vers.

AR. LXXXIX Conjectures que j'ai tirées de cette obſervation pour la generation.

Dés que j'eus fait ces obſervations ; mais principalement ſur la ſemence des oiſeaux, & que j'eus conſideré que les mouches, les papillons, & une infinité d'inſectes volans, qui ne ſont à proprement parler qu'une eſpece d'oiſeaux, viennent des vers qui les renferment & les cachent à nos yeux ; j'eûs une penſée bien éloignée de celle que tous les Philoſophes anciens & modernes avoient euë ſur la generation.

Je la communiquai dés ce temps-là à pluſieurs de mes amis, & principalement à l'Auteur de la re-

cherche de la verité, à qui j'en écrivis à peu prés en ces termes.

Je pense que chaque ver qui se voit dans la semence des oiseaux, renferme actuellement un oiseau mâle ou femelle de la même espece de celui dans la semence duquel il se trouve; que *tempore congressus*, lorsque le mâle jette sa semence dans l'ovaire de la femelle, cette semence entoure les œufs qui s'y trouvent: Que chaque ver de cette semence cherche à s'introduire dans un de ces œufs pour y être nourri, & pour y prendre un accroissement sensible: Que chaque œuf n'a qu'une seule ouverture pour laisser entrer un ver dans cette partie que l'on appelle le germe, & qu'aussi tôt qu'un seul y est entré, cette ouverture se ferme, & refuse le passage à tout autre ver: Que s'il arrive par quelque hasard qu'il y ait deux vers qui s'introduisent dans le germe d'un œuf, les deux animaux qui s'y nourrissent se joignant par quelque endroit de leurs corps, font une espece de monstre: Qu'il n'y a enfin autre difference entre la generation des mouches, des papillons, & des autres insectes volans, & celle des oiseaux, sinon que les uns se transforment à nôtre veuë, de vers en insectes volans, & que les autres se transforment en oiseaux dés qu'ils entrent dans les œufs, où prenant aussi-tôt un accroissement sensible, ils sortent des peaux qui les renfermoient & qui les faisoient paroître comme des vers.

L'on peut supposer la même chose des animaux qui se voyent dans la semence des hommes & des

quadrupedes, & dire que chaque petit animal renferme & cache actuellement & en petit sous une peau tendre & delicate, un animal mâle ou femelle, de la même espece de celui dans la semence duquel il se trouve; que lorsqu'un animal est entré dans l'œuf que la femme *tempore congressus*, a jetté de ses testicules ou ovaires dans la matrice par des conduits que les Anatomistes y découvrent visiblement; cet animal s'unit à cet œuf par la partie la plus tendre de son corps, & l'œuf à la matrice; tout de même que deux hommes dont chacun écorcheroit quelqu'endroit de son corps, pourroient en joignant assez de temps ensemble ces deux endroits écorchez n'en faire qu'un seul corps: c'est-à-dire, qu'ils pourroient faire que leur sang passeroit par la circulation de l'un à l'autre; & qu'ils auroient par consequent des humeurs & un sang commun; que ces trois corps, la femme, l'œuf & le petit animal, ne doivent par consequent être plus regardez que comme un seul corps, le sang passant par la circulation de la femme à l'œuf, de l'œuf au petit animal, du petit animal à l'œuf, & de l'œuf à la femme.

Nous venons de dire que le petit animal se joint à l'œuf par la partie la plus tendre de son corps. Or je crois que cette partie est le bout de sa queuë, que cette queuë renferme les vaisseaux umbilicaux, & que si l'on pouvoit voir le petit animal au travers de la peau qui le cache, nous le verrions peut-être comme cette figure le represente, sinon

que la tête ſeroit peut-être plus grande à proportion du reſte du corps, qu'on ne l'a deſſinée icy.

ART. XC. Ce que c'eſt que l'œuf de la femme, & comment un enfant vient ordinairement au monde.

Au reſte, l'œuf n'eſt à proprement parler que ce qu'on appelle *placenta*, dont l'enfant, aprés y avoir demeuré un certain temps tout courbé & comme en peloton, briſe en s'étendant & en s'allongeant le plus qu'il peut, les membranes qui le couvroient, & poſant ſes pieds contre le *placenta*, qui reſte attaché au fond de la matrice, ſe pouſſe ainſi avec la tête hors de ſa priſon; en quoi il eſt aidé par la mere, qui agitée par la douleur qu'elle en ſent, pouſſe le fond de la matrice en bas, & donne par conſequent d'autant plus d'occaſion à cet enfant de ſe pouſſer dehors & de venir ainſi au monde.

L'experience nous apprend que beaucoup d'animaux ſortent à peu prés de cette maniere des œufs qui les renferment.

ART. XCI. Que l'on peut pouſſer bien plus loin cette nouvelle penſée de la generation, & comment.

L'on peut pouſſer bien plus loin cette nouvelle penſée de la generation, & dire que chacun de ces animaux mâles, renferme lui-même une infinité d'autres

animaux mâles & femelles de même eſpece; mais qui ſont infiniment petits, & ces animaux mâles encore d'autres animaux mâles & femelles de même eſpece, & ainſi de ſuite; de ſorte que ſelon cette penſée les premiers mâles auroient été créez avec tous ceux de même eſpece qu'ils ont engendrez & qui s'engendreront juſqu'à la fin des ſiecles.

ART. XCII. Ce que j'entens ſous le nom de ſemence.

Lorſque je parle de la ſemence, je n'entens point parler de cette matiere gluante qui vient des proſtates; mais de la liqueur qui contient les animaux, & qui vient des teſticules: car il ne ſe trouve aucun animal dans cette matiere gluante, & il ſemble qu'elle ne ſert qu'à graiſſer pour ainſi dire, le chemin par où ces animaux doivent paſſer, afin qu'ils ne ſoient pas bleſſez dans le paſſage.

ART. XCIII. Pluſieurs obſervations touchant la ſemence des animaux.

J'ai obſervé qu'ils vivent beaucoup plus longtemps s'ils ſont d'un animal jeune & vigoureux, que s'ils étoient d'un animal déja vieux; qu'une chaleur aſſez moderée du feu, les fait mourir incontinent; mais qu'on les peut expoſer pendant pluſieurs heures au plus grand froid de l'hiver, ſans qu'ils en meurent; qu'une goute d'eau de vie, ou autre liqueur forte, les fait mourir auſſi-tôt; qu'il ne s'en trouvoit aucun dans la ſemence d'un homme, que j'examinai aprés qu'il eût connu une femme pluſieurs fois de ſuite. Or il n'y a pas dequoi s'en étonner: car les veſicules ſeminaires, où ſe garde la ſemence comme dans un reſervoir, aprés y être découlée des teſticules, ayant été épuiſées, il n'en venoit que cette matiere gluante des proſtates,

dont j'ai parlé plus haut, qu'on appelle improprement ſemence, & dans laquelle il ne ſe trouve aucun de ces petits animaux.

Ce que l'on vient de dire de la production des animaux : c'eſt-à-dire, que les premiers mâles ont été créez avec tous ceux de la même eſpece qui ſont nez & qui naîtront juſqu'à la fin des ſiecles, on le peut encore ſuppoſer avec autant de raiſon de la production des plantes: car lorſqu'on examine avec un microſcope quelque ſemence ou quelque pepin, où le germe eſt un peu viſible, on y découvre la plante toute entiere, où il y a ſans doute de nouvelles ſemences qui contiennent de nouveaux germes, & ces nouveaux germes de nouvelles plantes avec leurs ſemences, & ainſi de ſuite.

ART. XCIV. Que l'on peut dire la même choſe de la production des plantes, & que les animaux & les plantes ſe reſſemblent beaucoup.

Au reſte il me ſemble que les plantes ont un tres-grand rapport aux animaux : Elles prennent par leurs racines, comme par autant de bouches ouvertes, le ſuc de la terre pour ſe nourrir. Ce ſuc ſe diſtribuë dans de certains tuyaux qui ſont comme autant de vaiſſeaux de la plante, & qui le long de leurs tiges qui les portent, ſont accompagnez d'autres tuyaux, qui étant remplis d'air, leur ſervent peut-être comme les poûmons ſervent aux animaux. Dans les intervales qui ſe trouvent entre ces tuyaux, il y a une infinité de veſicules pour recevoir ce ſuc nourricier, & pour le diſtribuer enſuite où il eſt neceſſaire. Le jeune fruit ſe nourrit dans le bouton qui le cache & qui l'enveloppe, comme l'enfant ſe nourrit dans la matrice. Enfin lorſque

ce

ce fruit commence à ſortir du bouton qui s'ouvre, il eſt comme un enfant à la mamelle, & prend ſa nouriture par les fleurs qui lui ſervent de tetons, puiſqu'alors il eſt encore trop tendre & trop delicat pour digerer une nouriture, qui lui viendroit immédiatement des tiges ou des feüilles qui ſont comme les viſceres de la plante.

FIN.

Le Lecteur eſt prié de remarquer qu'on n'a pas toûjours pû garder les juſtes proportions dans les figures : comme auſſi de lire, page 11. ligne 24. *qui peſe ſur tous*, au lieu de, *qui peſe ſur tout* : page 31. ligne 24. *avec une même inclinaiſon*, au lieu de, *avec un même angle d'incidence* : page 31. ligne 30. *avec une même inclinaiſon*, au lieu de, *avec un même angle d'incidence* : page 34. ligne 14. *ſouffrant*, au lieu de, *ſouffrans* : page 91. ligne 26. *dont je me ſers*, au lieu de, *dont je m'en ſers* : page 144. ligne 20. $\frac{1}{3}$, au lieu de, *un* $\frac{1}{3}$: page 219. ligne 30. *à angles droits*, au lieu de, *aux angles droits* : page 222. ligne 19. *il reſte NO*, au lieu de, *il reſte pour NO* : page 223. ligne 23. *dérober à la veuë*, au lieu de, *dérober de la veue*.

Extrait du Privilege du Roy.

PAR Lettres Patentes du Roy données à Paris le 15me jour de Juillet 1695. ſignées DE LA RIVIERE, & ſcellées du grand Sceau de cire jaune ; il eſt permis à . . . . d'imprimer, ou faire imprimer un Livre intitulé : *Eſſay de Dioptrique, par Nicolas Hartſoeker*; & ce pendant le temps & eſpace de huit années conſecutives, à compter du jour que ledit Livre ſera achevé d'imprimer pour la premiere fois : avec défenſes, &c.

Regiſtré ſur le Livre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs, le 2. de Decembre 1694.

Achevé d'imprimer pour la premiere fois en vertu des Preſentes le 22. de Decembre 1694.

